



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년08월28일

(11) 등록번호 10-2148953

(24) 등록일자 2020년08월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C03B 5/235 (2006.01) F23C 3/00 (2006.01)  
 F23D 14/22 (2006.01) F23D 14/56 (2006.01)  
 F23D 14/58 (2006.01) F23D 14/78 (2006.01)  
 F27B 3/20 (2006.01) F27D 99/00 (2010.01)

(52) CPC특허분류

C03B 5/2356 (2013.01)  
 F23C 3/004 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-7000543

(22) 출원일자(국제) 2014년06월11일

심사청구일자 2019년01월21일

(85) 번역문제출일자 2016년01월08일

(65) 공개번호 10-2016-0020479

(43) 공개일자 2016년02월23일

(86) 국제출원번호 PCT/US2014/041894

(87) 국제공개번호 WO 2014/201106

국제공개일자 2014년12월18일

(30) 우선권주장

61/834,581 2013년06월13일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2012510599 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

코닝 인코포레이티드

미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트 플라자

(72) 발명자

코우레스, 커티스 리차드

미국, 뉴욕 14830, 코닝, 카톤 센터 크로스 로드 11103

파워스, 데일 로버트

미국, 뉴욕 14870, 페인티드 포스트, 세다우드 레인 7

(74) 대리인

청운특허법인

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 양정화

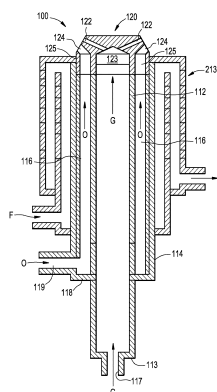
(54) 발명의 명칭 침지형 연소 용융장치 및 그의 버너

## (57) 요약

침지형 연소 용융장치 및 그에 대한 버너가 개시된다. 버너는 밀봉식 원위 말단을 가진 제 1 튜브, 및 상기 제 1 튜브와 동심을 이룬 제 2 튜브를 포함할 수 있고, 상기 제 2 튜브는 상기 제 1 튜브를 수용하기 위한 개구를 가진, 부분적인 밀봉식 원위 말단을 가지며, 상기 제 1 튜브와 상기 제 2 튜브 사이에 환형 공간이 정의된다.

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



상기 버너는 상기 제 1 튜브의 밀봉식 원위 말단에서의 제 1 가스 포트 (상기 제 1 가스 포트는 제 1 가스를 공급함), 상기 제 2 튜브의 원위 말단에서의 제 2 가스 포트 (상기 제 2 가스 포트는 제 2 가스를 상기 환형 공간에 공급함), 및 상기 제 1 및 제 2 튜브들의 근위 말단들 상의 노즐을 더 포함한다. 상기 노즐은 N 개의 제 1 가스 유출구들 및 M 개의 제 2 가스 유출구들을 제공하고, 이때 N 개의 제 1 가스 유출구들은 상기 제 1 또는 제 2 가스를, 상기 버너의 외부의 용융 유리 환경에 공급하며, 그리고 상기 M 개의 제 2 가스 유출구들은 제 2 또는 제 1 가스를, 상기 버너의 외부의 용융 유리 환경에 공급함으로써, 상기 용융 유리 환경에 상기 제 1 및 제 2 가스들을 함께 혼합 및 연소시킨다.

(52) CPC특허분류

**F23D 14/22** (2013.01)

**F23D 14/56** (2013.01)

**F23D 14/58** (2013.01)

**F23D 14/78** (2013.01)

**F27B 3/205** (2013.01)

**F27D 99/0033** (2013.01)

**C03B 2211/22** (2013.01)

**C03B 2211/23** (2013.01)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

침지형 연소 용융장치용 버너에 있어서,

밀봉식 원위 말단을 가진 제 1 튜브;

상기 제 1 튜브와 동심을 이룬 제 2 튜브 - 상기 제 2 튜브는 상기 제 1 튜브를 수용하기 위한 개구를 가진, 부분적인 밀봉식 원위 말단을 가지며, 상기 제 1 튜브와 상기 제 2 튜브 사이에 실질적인 환형 공간이 정의됨 -;

상기 제 1 튜브의 밀봉식 원위 말단에서의 제 1 가스 포트 - 상기 제 1 가스 포트는 제 1 가스를 공급함 -;

상기 제 2 튜브의 원위 말단에서의 제 2 가스 포트 - 상기 제 2 가스 포트는 제 2 가스를 상기 실질적인 환형 공간에 공급함 -; 및

상기 제 1 및 제 2 튜브들의 근위 말단들 상의 노즐 - 상기 노즐은:

N 개의 제 1 가스 유출구들,

M 개의 제 2 가스 유출구들을 가짐 -;

을 포함하며,

상기 노즐은 상기 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 기울어진, 상기 N 개의 제 1 가스 유출구들 및 상기 M 개의 제 2 가스 유출구들의 통로 부분들을 포함하고,

상기 N 개의 제 1 가스 유출구들은 상기 제 1 또는 제 2 가스를, 상기 버너의 외부의 용융 유리 환경에 공급하며, 그리고

상기 M 개의 제 2 가스 유출구들은 상기 제 2 또는 제 1 가스를, 상기 버너의 외부의 용융 유리 환경에 공급함으로써, 상기 용융 유리 환경에 상기 제 1 및 제 2 가스들을 함께 혼합 및 연소시키는, 침지형 연소 용융장치용 버너.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

$N = M$ 인, 침지형 연소 용융장치용 버너.

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

N 및 M 각각은 일, 이, 삼, 사, 오, 육, 칠, 팔로 구성된 그룹 내의 정수로부터 선택되는, 침지형 연소 용융장치용 버너.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제 1 가스는 연료이며, 그리고 상기 제 2 가스는 산화제인, 침지형 연소 용융장치용 버너.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 제 1 가스 유출구는  $20^\circ$  내지  $80^\circ$  의 각도로 상기 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 기울어지는, 침지형 연소 용융장치용 버너.

#### 청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 제 2 가스 유출구는  $10^{\circ}$  내지  $70^{\circ}$  의 각도로 상기 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 기울어지는, 침지형 연소 용융장치용 버너.

#### 청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 제 2 가스 유출구는  $10^{\circ}$  내지  $70^{\circ}$  의 각도로 상기 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 기울어지며, 그리고 서로를 향하거나 서로로부터 멀어지는 제 1 및 제 2 가스 유출구들의 수렴 각도는  $0^{\circ}$  내지  $60^{\circ}$  인, 침지형 연소 용융장치용 버너.

#### 청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 공급된 제 1 가스의 중앙 라인 및 상기 공급된 제 2 가스의 중앙 라인은 상기 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 적어도  $20^{\circ}$  로 기울어진, 침지형 연소 용융장치용 버너.

#### 청구항 9

삭제

#### 청구항 10

삭제

#### 청구항 11

삭제

#### 청구항 12

삭제

#### 청구항 13

삭제

#### 청구항 14

삭제

#### 청구항 15

삭제

#### 청구항 16

삭제

#### 청구항 17

삭제

#### 청구항 18

삭제

#### 청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

## 청구항 36

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 출원은 2013년 6월 13일자로 출원된 미국 출원 제61/834581호의 우선권 주장 출원이며, 상기 우선권 주장 출원 내용은 전반적으로 참조로 본원에 병합된다.

[0002] 종래의 유리 용융장치에서, 버너들은 용융장치에서 유리 물질들 (예를 들면, 유리 배치 물질들(glass batch materials) 및 추후 용융 유리 물질들, 또는 집합적으로 "유리 용융물")의 표면 상에 위치되며, 그리고 유리 용융물의 상부 표면을 향하여 하향으로 안내된다. 유리 용융장치들의 열 효율성을 증가시키려고 하고자, 버너들은 또한 유리 용융물의 표면 아래에 위치되며, 그리고 침지형 연소 용융물로 언급되는 유리 용융물 또는 침지형 연소 용융장치 (SCM)로 발화될 수 있다.

### 배경 기술

[0003] 도 1은 유리 용융물 (74)의 용융 풀 (molten pool)을 포함한 용융 챔버 (72)를 가진 종래의 SCM 장치 (71)의 개략적인 도시이다. 도 1을 참조하여 보면, 용융 챔버 (72)는 홑퍼 (hopper) (75)로부터 용융 챔버 (72)로 유리 배치 (batch) 물질을 공급하는 공급 포트 (76)를 포함한다. 배치 물질은 액화형, 알갱이형, 또는 파우더형의 형태로 제공될 수 있다. 용융 챔버 (72)는 또한 배기 포트 (78)를 포함하고, 이때 상기 배기 포트를 통하여, 배기 가스들은 용융 챔버 (72)에서 빠져나갈 수 있다. 용융 장치 (71)는 또한 유출구 또는 유동 통로 (82)에 의해 용융 챔버 (72)에 연결된 조절 (conditioning) 챔버 (80)를 포함한다. 용융 풀 (74)로부터 용융 물질은 유동 통로 (82)를 통하여 용융 챔버 (72)로부터 조절 챔버 (80)로 유동하며, 그 후에, 용융 장치 (71)에서 빠져나간다. 하나 이상의 오리피스들 (86)은 용융 챔버 (72)의 바닥 벽 (88)에서 형성될 수 있고, 이로 인해, 버너들 (10)은 화염들을 유리 용융물 (74)의 용융 풀에 붙여 넣는다. 대안적인 배치에서, 오리피스들 (86)은 용융 챔버 (72)의 하나 이상의 측벽 (90)에 제공될 수 있으며, 그리고/또는 용융 챔버 (72)의 벽에 대해 수직을 이루거나 경사질 수 있다.

[0004] SCM 장치에서, 화염 및 연소의 생성물들 (예를 들면, 이산화탄소 및 물 등)은 이동되어 유리 용융물에 직접 열을 전달하는 유리 용융물과 직접 접촉되어, 종래의 유리 용융장치들보다는 유리 용융물에 보다 효율적인 열 전달을 초래한다. 연소로부터의 보다 많은 에너지는 종래의 유리 용융장치들보다는 SCM 장치 내의 유리 용융물로 전달될 수 있다. 더욱이, SCM 장치 내의 유리 용융물을 통해 이동하는 화염 및 연소의 생성물들이 또한 동요되어 유리 용융물과 혼합됨으로써, 유리 용융물이 종래의 유리 용융장치들에 통상적으로 요구된 기계 혼합기들의 사용 없이 혼합되는 것을 가능케 할 수 있다. 종래의 유리 용융장치 내의 유리 용융물은 또한 기계적인 혼합기들, 예를 들면 혼합 블레이드들의 도움 없이, 유리 물질의 표면 상의 버너 및 화염의 존재에 의해 현저하게 교반되지 않는다. 종래의 유리 용융장치들에서 상기와 같은 기계적인 혼합기의 사용은 문제가 많다. 예를 들어, 유리 용융물의 고온 및 부식 특성의 결과로, 유리 용융장치들 내의 기계적인 혼합기들은 짧은 사용 수명을 가지며, 그의 교체 비용도 비싸다. 종래의 유리 용융장치 내의 기계적인 혼합기가 저하됨에 따라서, 혼합기로부터의 물질은 유리 용융물을 오염시킬 수 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 본원은 일반적으로 침지형 연소 용융에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본원은 확 타오르는 화염을 생성하는 노즐들을 이용하는, 침지형 연소 용융을 위한 버너들에 관한 것이다. 본원의 실시예들에 따른 대표적인 침지형 연소 용융 장치는 종래의 기계적인 혼합기들의 사용 없이, 종래의 유리 용융장치들보다 작은 볼륨들 및 짧은 시간으로 유리 용융물이 용융 및 균질화되도록 하는 것을 가능케 할 수 있다. 상기와 같은 SCM 장치의 개선된 열 전달 및 보다 작은 크기는 또한 에너지 소비를 적게 할 수 있으며, 그리고 종래의 유리 용융장치들에 비해 자본 비용도 덜 들어갈 수 있다.

## 과제의 해결 수단

- [0006] 일부 실시예들은 침지형 연소 용융장치용 버너를 포함한다. 상기 버너는 밀봉식(sealed) 원위 말단을 가진 제 1 튜브, 상기 제 1 튜브와 동심을 이룬 제 2 튜브를 포함할 수 있고, 상기 제 2 튜브는 상기 제 1 튜브를 수용하기 위한 개구를 가진, 부분적인 밀봉식 원위 말단을 가지며, 상기 제 1 튜브와 상기 제 2 튜브 사이에 환형 공간(annular space)은 정의된다. 상기 버너는 또한 상기 제 1 튜브의 밀봉식 원위 말단에서의 제 1 가스 포트(상기 제 1 가스 포트는 제 1 가스를 공급함), 상기 제 2 튜브의 원위 말단에서의 제 2 가스 포트(상기 제 2 가스 포트는 제 2 가스를 상기 환형 공간에 공급함), 및 상기 제 1 및 제 2 튜브들의 근위 말단들 상의 노즐을 포함할 수 있다. 상기 노즐은 N 개의 제 1 가스 유출구들 및 M 개의 제 2 가스 유출구들을 가질 수 있고, 이로 인해, 상기 N 개의 제 1 가스 유출구들은 상기 제 1 또는 제 2 가스를, 상기 버너의 외부의 용융 유리 환경에 공급하며, 그리고 상기 M 개의 제 2 가스 유출구들은 제 2 또는 제 1 가스를, 상기 버너의 외부의 용융 유리 환경에 공급함으로써, 상기 용융 유리 환경에 상기 제 1 및 제 2 가스들을 함께 혼합 및 연소시킨다.
- [0007] 본원의 추가 실시예들은 또 다른 침지형 연소 용융장치용 버너를 포함한다. 상기 버너는 밀봉식 원위 말단을 가진 제 1 튜브, 상기 제 1 튜브와 동심을 이룬 제 2 튜브를 가질 수 있고, 상기 제 2 튜브는 상기 제 1 튜브를 수용하기 위한 개구를 가진, 부분적인 밀봉식 원위 말단을 가지며, 상기 제 1 튜브와 상기 제 2 튜브 사이에 환형 공간은 정의된다. 상기 버너는 또한 상기 제 1 튜브의 밀봉식 원위 말단에서의 제 1 가스 포트(상기 제 1 가스 포트는 제 1 가스를 공급함), 상기 제 2 튜브의 원위 말단에서의 제 2 가스 포트(상기 제 2 가스 포트는 제 2 가스를 상기 환형 공간에 공급함), 및 상기 제 1 및 제 2 튜브들의 근위 말단들 상의 노즐을 포함할 수 있다. 대표적인 노즐은 연료를 용융 유리 환경에 전달하는 하나 이상의 제 1 가스 유출구들, 산화제를 상기 용융 유리 환경에 전달하는 하나 이상의 제 2 가스 유출구들을 포함할 수 있고, 이때 상기 제 1 또는 제 2 가스 유출구들 중 적어도 하나는 상기 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 30° 보다 크게 기울어진다.
- [0008] 본원의 추가 실시예들은 추가적인 침지형 연소 용융장치용 버너를 포함한다. 이러한 버너는 밀봉식 원위 말단을 가진 제 1 튜브, 상기 제 1 튜브와 동심을 이룬 제 2 튜브를 포함할 수 있고, 상기 제 2 튜브는 상기 제 1 튜브를 수용하기 위한 개구를 가진, 부분적인 밀봉식 원위 말단을 가지며, 상기 제 1 튜브와 상기 제 2 튜브 사이에 환형 공간은 정의된다. 상기 버너는 또한 상기 제 1 튜브의 밀봉식 원위 말단에서의 제 1 가스 포트(상기 제 1 가스 포트는 제 1 가스를 공급함), 상기 제 2 튜브의 원위 말단에서의 제 2 가스 포트(상기 제 2 가스 포트는 제 2 가스를 상기 환형 공간에 공급함), 및 상기 제 1 및 제 2 튜브들의 근위 말단들 상의 노즐을 가질 수 있다. 상기 노즐은 연료를 용융 유리 환경에 전달하는 제 1 복수의 가스 유출구들, 산화제를 상기 용융 유리 환경에 전달하는 제 2 복수의 가스 유출구들을 가질 수 있고, 이때 상기 제 1 복수의 가스 유출구들 각각은 상기 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 30° 보다 크게 기울어져 있으며, 그리고 상기 제 2 복수의 가스 유출구들 각각은 상기 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 30° 보다 크게 기울어져 있다.
- [0009] 본원의 여전히 또 다른 실시예는 침지형 연소 용융장치 시스템을 제공한다. 상기 시스템은 유리 용융물의 용융 풀을 가진 용융 챔버, 상기 용융 챔버에 유리 물질을 공급하는 공급 포트, 배기 가스가 상기 용융 챔버로부터 빠져나갈 수 있는 배기 포트, 유출구 통로에 의해 용융 챔버에 동작 가능하게 연결된 조절 챔버(상기 용융 풀로부터의 용융 물질이 상기 유출구 통로를 통하여 상기 용융 챔버로부터 상기 조절 챔버로 유동하고 그 후에 상기 용융 장치에서 빠져나감), 및 상기 유리 용융물의 용융 풀에 화염들을 붙여 넣기 위해 상기 용융 챔버의 벽에 제한된 하나 이상의 버너들을 포함할 수 있다. 대표적인 버너들은 밀봉식 원위 말단을 가진 제 1 튜브, 상기 제 1 튜브와 동심을 이룬 제 2 튜브를 포함할 수 있고, 상기 제 2 튜브는 상기 제 1 튜브를 수용하기 위한 개구를 가진, 부분적인 밀봉식 원위 말단을 가지며, 상기 제 1 튜브와 상기 제 2 튜브 사이에 환형 공간은 정의된다. 상기 버너는 또한 상기 제 1 튜브의 밀봉식 원위 말단에서의 제 1 가스 포트(상기 제 1 가스 포트는 제 1 가스를 공급함), 상기 제 2 튜브의 원위 말단에서의 제 2 가스 포트(상기 제 2 가스 포트는 제 2 가스를 상기 환형 공간에 공급함), 및 상기 제 1 및 제 2 튜브들의 근위 말단들 상의 노즐을 포함할 수 있다. 대표적인 노즐은 제 1 복수의 제 1 가스 유출구들 및 제 2 복수의 제 2 가스 유출구들을 포함할 수 있고, 상기 복수의 제 1 가스 유출구들은 상기 제 1 또는 제 2 가스를 공급하고, 상기 복수의 제 2 가스 유출구들은 제 2 또는 제 1 가스를 공급함으로써, 상기 제 1 및 제 2 가스들을 함께 혼합시키며, 그리고 상기 복수의 제 1 또는 제 2 가스 유출구들 중 적어도 하나는 상기 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 30° 보다 크게 기울어진다.
- [0010] 본원의 일 실시예는 수직 각도로 드릴링된, 연료를 방출하는 일련의 홀들을 가진 침지형 연소 용융 시스템에 대한 버너 메커니즘 또는 장치를 제공한다. 상기 버너는 또한 드릴링된 홀들의 추가적인 세트를 포함할 수 있고, 그 결과 산소의 스트림은 연료 가스 유동물들 각각에 충돌함으로써, 연료 및 산소의 혼합을 가능케 한다.

[0011] 본원의 추가 실시예들은 버너의 내부 상의 홀들보다 실질적으로 크게 표면에서 만들어진 홀들을 가진 침지형 연소 용융 시스템에 대한 버너 메커니즘 또는 장치를 제공한다. 대표적인 실시예들에서, 이러한 보다 작은 홀들은 가스 (연료 또는 산소)의 유동을 제한시키고, 이로 인해, 가스는 보다 큰 홀에 이르게 될 시에 그의 속도를 감소시킬 수 있다.

[0012] 본원의 또 다른 실시예에서, 대표적인 버너 메커니즘에서 연료 및 산소 홀들은 드릴링될 수 있고, 이로써, 그로부터 빠져나가는 가스들은 버너의 표면에 이르기 전에, 충돌 및 통합됨으로써, 연료 및 산소의 혼합을 더 향상시킨다.

### 도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 종래의 침지형 연소 용융 시스템의 개략적인 도시이다.
- 도 2는 본원의 실시예에 따른 침지형 연소 용융장치에 대한 대표적인 버너의 단면도이다.
- 도 3은 본원의 추가 실시예에 따른 침지형 연소 용융장치에 대한 대표적인 버너의 단면도이다.
- 도 4는 도 3의 버너의 노즐의 사시도이다.
- 도 5는 도 4의 노즐의 상면도이다.
- 도 6은 라인 A-A를 따른 도 5의 노즐의 단면도이다.
- 도 7은 본원의 추가 실시예에 따른 대표적인 노즐의 사시도이다.
- 도 8은 도 7의 노즐의 상면도이다.
- 도 9는 라인 B-B를 따른 도 8의 노즐의 단면도이다.
- 도 10은 본 주제의 추가 실시예에 따른 대표적인 노즐의 사시도이다.
- 도 11은 도 10의 노즐의 상면도이다.
- 도 12는 라인 C-C를 따른 도 11의 노즐의 단면도이다.
- 도 13은 본원의 또 다른 실시예에 따른 대표적인 노즐의 사시도이다.
- 도 14는 도 13의 노즐의 측면도이다.
- 도 15는 라인 D-D를 따라 절개된 도 14의 노즐의 단면도이다.
- 도 16은 라인 E-E를 따라 절개된 도 15의 노즐의 단면도이다.
- 도 17은 본원의 추가 실시예에 따른 대표적인 노즐의 상면도이다.
- 도 18은 라인 F-F를 따라 절개된 도 17의 노즐의 단면도이다.
- 도 19는 본원의 추가 실시예에 따른 대표적인 노즐의 사시도이다.
- 도 20은 도 19의 노즐의 측면도이다.
- 도 21은 라인 G-G를 따라 절개된 도 20의 노즐의 단면도이다.
- 도 22는 라인 H-H를 따라 절개된 도 21의 노즐의 단면도이다.
- 도 23은 라인 I-I를 따라 절개된 도 21의 노즐의 단면도이다.
- 도 24는 라인 J-J를 따라 절개된 도 21의 노즐의 단면도이다.
- 도 25는 본원의 추가 실시예에 여전히 따른 대표적인 노즐의 사시도이다.
- 도 26은 도 25의 노즐의 측면도이다.
- 도 27은 라인 K-K를 따라 절개된 도 26의 노즐의 단면도이다.
- 도 28은 라인 L-L을 따라 절개된 도 26의 노즐의 단면도이다.
- 도 29는 라인 M-M을 따라 절개된 도 26의 노즐의 단면도이다.



도 30은 라인 N-N을 따라 절개된 도 26의 노즐의 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 도면들을 참조하여 보면, 유사한 소자들은 유사한 번호로 지칭될 수 있어서, 본원의 이해를 용이하게 하며, 침지형 연소 용융장치들 및 그의 버너들에 대한 다양한 실시예들이 기술된다.
- [0015] 본원의 다음의 설명은 현재 공지된 실시예를 최적으로 교시하는 것을 가능케 하여 제공된다. 기술 분야의 통상의 기술자가 인식할 수 있는 바와 같이, 다수의 변화들은 본원에서 기술된 실시예로 구현될 수 있으면서, 본원의 유익한 결과물들을 여전히 얻을 수 있다. 또한 명백한 바와 같이, 본원의 바람직한 이익들 중 일부는 다른 특징들을 활용함 없이, 본원의 특징들 중 일부를 선택함으로써 얻어질 수 있다. 이에 따라서, 기술 분야의 통상의 기술자가 인식할 수 있는 바와 같이, 본원의 다수의 변형들 및 적응들은 가능하며, 그리고 심지어 소정의 상황들에서 바람직할 수 있고 본원의 일부일 수도 있다. 이로써, 다음의 설명은 본원의 원리들의 예시로서 제공될 뿐 이를 제한하지는 않는다.
- [0016] 기술 분야의 통상의 기술자가 인식할 수 있는 바와 같이, 본원에 기술된 대표적인 실시예들에 대한 다수의 변형들은 본원의 권리 범위 및 기술 사상으로부터 벗어나지 가능하다. 이로써, 상기 설명은 주어진 예시들에 제한되는 것으로 의도 또는 해석되는 것이 아니라, 첨부된 청구항들 및 그의 균등물에 의해 영향을 받은 보호 하에서 폭넓게 인정되어야 한다. 추가로, 다른 특징들의 해당 용도 없이, 본원의 특징들 중 일부를 사용하는 것이 가능하다. 이에 따라서, 대표적이거나 또는 예시적인 실시예들의 상기의 설명은 본원의 원리들을 예시하기 위한 목적으로 제공될 뿐, 이를 제한하지 않으며, 그리고 그에 대한 변형 및 그의 순열들을 포함할 수 있다.
- [0017] 도 2는 본원의 실시예에 따른 침지형 연소 용융장치 (SCM)용 버너의 단면도이다. 대표적인 SCM은 도 1에 도시된 바와 같이, 유리 용융물의 용융 풀을 가진 용융 챔버 (72)를 포함할 수 있다. 이러한 용융 챔버 (72)는 흡퍼로부터 용융 챔버로 유리 배치 물질을 공급하는 공급 포트를 포함할 수 있다. 용융 챔버 (72)는 또한 배기 포트를 포함할 수 있으며, 이때 상기 배기 포트를 통하여 배기 가스는 용융 챔버에서 빠져나갈 수 있다. 조절 챔버는 도 1에 도시된 바와 같이, 유출구 또는 유동 통로에 의해 용융 챔버 (72)에 연결된 SCM에 제공될 수 있고, 이로 인해, 용융 풀로부터 용융 물질은 유동 통로를 통하여 용융 챔버 (72)로부터 조절 챔버로 유동하고, 그 후에, 용융 장치에서 빠져나간다. 하나 이상의 오리피스들은 용융 챔버 (72)의 바닥 및/또는 측벽들에 형성될 수 있고, 이로 인해 대표적인 버너들은 유리 용융물의 용융 풀에 화염을 붙여 넣는다. 도 2를 참조하면, 대표적인 SCM 버너 (10)는 2 개의 동심 튜브들, 예를 들면, 중앙 튜브 (12) 및 외부 튜브 (14)를 포함할 수 있다. 중앙 튜브 (12)는 연료 가스 (G)를 노즐 (18)에 전달할 수 있으며, 그리고 외부 튜브 (14)는 노즐에서 빠져나가는 연료 가스 (G)의 연소용 버너에 산소 (O)를 전달할 수 있다. 외부 튜브 (14)는 중앙 및 외부 튜브들 (12 및 14)을 둘러싼 냉각 재킷 (cooling jacket) (13)의 일부를 형성할 수 있다. 노즐 (18)은 중앙 가스 유출구 (22), 및 중앙 가스 유출구 (22) 주위에 배치된 복수의 외부 가스 유출구들 (24) (예를 들면, 6 개의 홀들 등)을 가질 수 있다. 외부 가스 유출구들 (24)로 인도되는 통로들은 가스 배출 (gas exit) 또는 출구 각도 (egress angle) (A)에서 중앙 튜브 (12)의 길이 방향의 중앙 축으로부터 외부로 기울어질 수 있다. 대표적인 출구 각도들은 대략 25° 내지 대략 65° 일 수 있지만, 이에 제한되지 않는다. 산소는 그 후에 외부 튜브 (14)의 내부 표면과 중앙 튜브 (12)의 외부 표면 사이에 형성된 환형 산소 유출구 (26)를 통하여 버너에서 빠져나갈 수 있다. 외부 가스 유출구들 (24)에서 빠져나간 연료 가스 (G)는 가스 배출 각도 (A)를 따라 안내되며, 그리고 산소 유출구 (26)에서 빠져나간 산소 (O)와 혼합되고, 그 결과 화염 (미도시)을 발생시키는 가스 연소물들은 유리 용융물 (미도시)을 향해 수직으로 상향으로 그리고 상기 유리 용융물을 통하여 발화된다. 버너 (10)는 외부 튜브 (14)의 상부 (및 버너의 상부 말단 (28)) 아래로 약 1½ 인치가 오목하게 형성되거나 외부 튜브의 상부와 동일 높이로 형성된 중앙 튜브 (12) 및 노즐 (18)의 상부와 함께 동작될 수 있고, 그 결과 연료 가스 (G)는 버너의 상부 말단에 도달하기 전에, 산소 (O)와 혼합될 수 있다. 냉각 유체 (F)는 그 후에 버너를 냉각시키기 위해, 냉각 재킷 (13)을 통해 순환될 수 있다.
- [0018] 버너 (10)로부터 나온, 상기와 같은 SCM 내의 유리 용융물을 통하여 수직으로 이동하는 화염은 대량의 유리 용융물을 동반할 수 있으며, 그리고 용융장치 (미도시)의 측면들 상으로 유리 용융물을 분사할 수 있다. 동반된 유리 용융물의 일부는 심지어 용융장치의 공기 배기 시스템으로 분사될 수 있다. 동반된 유리 용융물은 그 후에 감시 포트들, 센서 위치들, 배기 덕트들 등을 포함한 배기 시스템 및 용융장치의 상단 벽들 상에서 경화되어 코팅될 수 있다. 동반된 용융 유리 물질은 또한 오염 감소 시스템 (백 하우스 (bag house), 필터 등)의 필터 시스템에/상에 수집될 수 있고, 이로 인해 필터 시스템에 부착될 수 있다. 추가적으로, 연소 생성물들은, 용융장치 또는 "탭 (tap)" (미도시)의 유리 출구를 향하여, 상기 유리 출구 근방에서 또는 상기 유리 출구 상에서

용융되지 않고 그리고/또는 불충분하게 혼합된 용융 유리 물질의 퇴적을 초래하는 유리 용융물의 일부를 상향으로 방출하는 (flinging) 대형 "버그스 (burps)"에서 유리 용융물의 표면을 통해 차단될 수 있다. 가끔, 이러한 용융되지 않거나 불충분하게 혼합된 유리 용융물의 일부는 바람직한 완전 용융 및 혼합된 유리 용융물과 함께 탭에서 빠져나갈 수 있는데, 이는 바람직하지 않을 수 있다. 통상적인 SCM 버너에서 연소 생성물들의 높은 속도는 또한 상기 용융물에서 대량의 가스 버블들의 형성을 초래할 수 있다. 다수의 적용예에 있어서, "청징 (fining)" 스테이지에서 이러한 가스 버블들을 제거하는 것이 필요하다. 청징 동안, 유리는 상기 버블들의 제거를 위해, 버블들이 유리 용융물에 상승되기에 충분히 높은 온도로 유지되어 큰 에너지 요구를 생성하여야 한다. 상기와 같은 SCM 버너는 또한, 동작 시에, 매우 큰 굉음 (piercing sound)을 발생시킬 수 있고, 이때에는 일부 유리 조성물들이 약 90 dB 내지 100 dB 또는 그 초과에 도달하는 노이즈 레벨을 초래하여 오퍼레이터의 청력에 위협을 가하게 된다.

[0019] 도 3은 본원의 추가 실시예에 따른 침지형 연소 용융장치용 버너의 단면도이다. 도 3을 참조하면, 본원에 따른 대표적인 SCM에 대한 또 다른 버너 (100)는 제 1 중공 (hollow) 또는 중앙 튜브 (112), 및 제 2 중공 또는 외부 튜브 (114)를 포함할 수 있다. 환형 공간 (116)은 중앙 튜브와 외부 튜브 (112, 114) 사이에서 정의될 수 있다. 일부 실시예들에서, 중앙 및 외부 튜브들 (112, 114)은 동심일 수 있다. 중앙 튜브 (112)는 그의 원위 말단을 밀봉하는 제 1 폐쇄 바닥 또는 원위 말단 (113)을 가질 수 있으며, 그리고 외부 튜브 (114)는 중앙 튜브 (112)를 수용하는 개구를 가진 부분적인 폐쇄 바닥 또는 원위 말단 (118)을 가질 수 있다. 이로써, 외부 튜브 (114)의 부분적인 폐쇄 바닥 또는 원위 말단 (118)은 외부 튜브 (114)와 중앙 튜브 (112) 사이에서 뺀어나감으로써, 환형 공간 (116)의 원위 말단을 밀봉할 수 있다. 도 3에 도시된 실시예에서, 중앙 튜브 (112)의 바닥부는 외부 튜브 (114)의 원위 말단 (118) 아래로 뺀어나갈 수 있다. 중앙 튜브 (112)는 일부 실시예들에서, 외부 튜브 (114)의 원위 말단 (118)에서의 개구에 대해 슬라이딩할 수 있고, 이로써, 외부 튜브 (114)의 수직 위치에 대한 중앙 튜브 (112)의 수직 위치의 조정이 가능하다. 중앙 튜브 (112)의 원위 말단 (113)에서의 제 1 가스 포트 (117)는 중앙 튜브의 내부와 연통할 수 있다. 외부 튜브 (114)는 또한, 외부 튜브 (114)의 내부, 예를 들면, 외부 튜브와 중앙 튜브 (112, 114) 사이의 환형 공간 (116)과 연통한 제 2 가스 포트 (119)를 포함할 수 있다. 냉각 재킷 (213)은 또한 냉각 목적을 위해 버너 (100)에 제공될 수 있어서, 냉각 유체 (F)는 냉각 재킷 (213)으로 공급된다.

[0020] 일부 실시예들에서, 노즐 (120)은 중앙 튜브 (112) 및/또는 외부 튜브 (114)의 상부 또는 근위 말단들에 장착될 수 있거나, 또는 상기 상부 또는 근위 말단들 상에 형성될 수 있다. 도 4는 도 3의 버너의 노즐의 사시도이고, 도 5는 도 4의 노즐의 상면도이며, 그리고 도 6은 라인 a-a를 따른 도 5의 노즐의 단면도이다. 도 3-6을 참조하여 보면, 대표적인 노즐 (120)은 복수의 "n"의 상단 가스 유출구들 (122) (예를 들어, n = 일, 이, 삼, 사, 오, 육, 칠, 팔 개 등의 유출구들)을 포함할 수 있고, 상기 상단 가스 유출구들은 노즐 (120) 내의 복수의 상단 보어들 또는 채널들에 의해 형성된다. 상단 가스 유출구들 (122)은 중앙 튜브 (112)의 중앙 길이 방향 축 주위에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 상단 가스 유출구들 (122)은 중앙 튜브 (112)의 길이 방향 축 주위에 동심으로 배치될 수 있다. 다른 실시예들에서, 상단 가스 유출구들 (122)은 길이 방향 축 주위에서 하나 이상의 링들에 배치될 수 있고, 링들 중 일부는 다른 것과는 다른 높이를 가질 수 있다 (미도시). 대안적인 실시예들에서, 상단 가스 유출구들의 배치는 임의적일 수 있다. 대표적인 노즐 (120)에서 제 1 중앙 공급 채널 또는 중앙 공급 보어 (123)는 상단 가스 유출구들 (122)과 중앙 튜브 (112)의 내부 사이의 연통을 제공할 수 있다. 복수의 "m"의 하단 가스 유출구들 (124) (예를 들어, m = 일, 이, 삼, 사, 오, 육, 칠, 팔 개 등의 유출구들)은 노즐 내의 복수의 하단 보어들 또는 채널들에 의해 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, m = n이다. 다른 실시예들에서, m ≠ n, m ≤ n, m ≥ n이다. 하단 가스 유출구들 (124)은 또한 중앙 튜브 (112)의 길이 방향의 중앙 축 주위에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 하단 가스 유출구들 (124)은 중앙 튜브 (112)의 길이 방향 축 주위에 동심으로 배치될 수 있다. 다른 실시예들에서, 하단 가스 유출구들 (124)은 길이 방향 축 주위에서 하나 이상의 링들에 배치될 수 있고, 링들 중 일부는 다른 것과는 다른 높이를 가질 수 있다 (미도시). 대안적인 실시예들에서, 하단 가스 유출구들의 배치는 임의적일 수 있다. 추가적인 실시예들에서, 상단 및 하단 가스 유출구들 (122, 124)은 중앙 튜브 (112)의 길이 방향 축 주위에 배치된, 인접한 및/또는 번갈아 위치한 링들에 제공될 수 있다. 하나 이상의 제 2 또는 외부 공급 보어들 또는 채널들 (125)은 하단 가스 유출구들 (124)을 외부 튜브 (114) 내의 환형 공간 (116)과 연통시킬 수 있다.

[0021] 일 실시예에서, 상단 및 하단 가스 유출구들 (122, 124)은 복수의 가스 유출구 쌍들 (예를 들면, 일, 이, 삼, 사, 오, 육, 칠, 팔 개 등의 유출구 쌍들)에 배치될 수 있고, 이때 가스 유출구 쌍은 상단 가스 유출구 (122) 및 인접한 하단 가스 유출구 (124)를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 쌍들의 상단 및 하단 가스 유출구들은 서로를 향하여 기울어질 수 있거나, 서로로부터 멀어질 수도 있다. 비-제한적인 예시에서, 각각의 상단 및 하

단 가스 유출구 쌍은 중앙 튜브 (112)의 길이 방향 축에 평행한 평면에서 서로 정렬될 수 있다. 도 4-6에 도시된 또 다른 예시에서, 각각의 상단 및 하단 가스 유출구 쌍은 평면 오프셋으로 서로 정렬될 수 있거나, 또는 중앙 튜브 (112) 및 노즐 (120)의 길이 방향 축으로부터 출구 각도 (A1)로 기울어져 있을 수 있다. 비-제한적인 실시예에서, A1은 약 60° 일 수 있다. 하단 가스 유출구들 (122)은 또한 중앙 튜브 (112) 및 노즐 (120)의 길이 방향 축으로부터 출구 각도 (A2)로 외부로 기울어질 수 있다. 비-제한적인 실시예에서, A2는 약 45° 일 수 있다. 상술된 각도들은 물론 예시적인 것일 뿐, 출구 각도들 (A1, A2) 중 임의의 각도가 본원의 실시예들로 고안될 시에 본원에 첨부된 청구항의 권리 범위를 제한하지 않아야 한다. 그러나, 주목해야 하는 바와 같이, A1 및 A2는, 상단 가스 유출구들에서 배출되는 가스가 수렴 각도 (C1)로 하단 가스 유출구들에서 배출되는 가스와 수렴하도록, 결정되어야 한다. 비-제한적인 실시예에서, C1은 대략 15° 일 수 있다. 물론, 상술된 C1에 대한 각도는 예시적인 것일 뿐, 임의의 수렴 각도가 본원의 실시예들로 고안될 시에 본원에 첨부된 청구항의 권리 범위를 제한하지 않아야 한다.

[0022] 동작 시, 가압된 제 1 가스의 외부 소스 (미도시), 예를 들면, 연료 가스, 천연 가스 등의 소스는 중앙 튜브 (112)에 제 1 가스의 유동을 공급하기 위해, 제 1 가스 공급 라인 또는 도관 (미도시)에 의해 제 1 포트 (117)에 연결될 수 있다. 가압된 제 2 가스의 외부 소스 (미도시), 예를 들면, 산화 가스, 산소 등의 소스는 외부 튜브 (114)에 제 2 가스의 유동을 공급하기 위해, 제 2 가스 공급 라인 또는 도관 (미도시)에 의해 제 2 포트 (119)에 연결될 수 있다. 제 1 가스 (G)의 스트림은 제 1 출구 각도 (A1)를 따라 상단 가스 유출구들 (122) 각각에서 빠져나갈 수 있으며, 그리고 제 2 가스 (O)의 스트림은 제 2 출구 각도 (A2)를 따라 하단 가스 유출구들 (124) 각각에서 빠져나갈 수 있다. 이로써, 각각의 가스 유출구 쌍에서, 상단 가스 유출구 (122)에서 빠져나가는 제 1 가스 (G)의 스트림은 하단 가스 유출구 (124)에서 빠져나가는 제 2 가스 (O)의 스트림과 수렴 및 혼합될 수 있다. 혼합된 가스들은 그 후에 점화 및 연소되어, 노즐 (120)로부터 위로 그리고 멀리 이동하는 화염을 형성할 수 있다. 상기와 같은 화염의 방향은 일부 실시예들에서, 제 1 출구 각도와 제 2 출구 각도 (A1, A2) 사이의 방향에 있을 수 있다. 이로써, 노즐 (120)은 노즐로부터 확 타오르는 링의 화염들을 만들어 낼 수 있다. 이러한 타오름은 종래의 SCM 버너들에 비해, 연소 가스들의 모멘텀 (momentum)이 유리 용융물에 보다 수평적, 확산적 및 퍼지도록 하여, 유리 용융물을 통해 이동하는 연소 가스들의 모멘텀 및 수직 속도는 감소될 수 있다. 이로써, 유리 용융물을 통해 이동하는 연소 가스들의 모멘텀 및 수직 속도의 이러한 감소는 상술된 유리의 방출을 감소시킬 수 있다. 일부 실시예들에서, 짧고 넓은 화염은 또한, 현 시점에서 유리 용융물의 냉동을 피하기 위해, 노즐 바로 위의 용융 풀에 냉각 스팟의 형성을 감소 또는 제거시키는데 도움을 줄 수 있다. 일부 실시예들에서, 연료 및 산소 유입구들을 교환 또는 대체시키는 것이 바람직할 수 있고, 즉, 산소를 위해 사용되는 제 2 포트 (119) 대신에, 연료를 위해 사용될 수 있으며, 동시에, 연료를 위해 사용되는 제 1 포트 (117) 대신에 산소를 위해 사용될 수 있다.

[0023] 추가적인 실시예들에서, 상단 가스 유출구들의 출구 각도 (A1), 하단 가스 유출구들의 출구 각도 (A2), 및 제 2 가스 유출구들에 대한 제 1 가스 유출구들용 최종 수렴 각도 (C1)는 또한 변화될 수 있다. 도 7은 본원의 추가 실시예에 따른 노즐의 사시도이고, 도 8은 도 7의 노즐의 상면도이며, 그리고 도 9는 라인 B-B를 따른 도 8의 노즐의 단면도이다. 도 4-9를 참조하여 보면, 대표적인 상단 가스 유출구들의 제 1 출구 각도 (A1, A3)는 약 20° 내지 약 80° 의 범위에 있을 수 있다. 하단 가스 유출구들의 제 2 출구 각도 (A2, A4)는 약 10° 내지 약 70° 의 범위에 있을 수 있다. 결과적으로, 상술된 A1, A2, A3, A4의 범위들과 함께, 상단 및 하단 가스 유출구들의 수렴 각도 (C1, C2)는 약 0° 내지 약 60° 의 범위에 있을 수 있다. 바람직한 실시예에서, 상단 및 하단 가스 유출구들의 수렴 각도 (C1, C2)는 약 10° 내지 약 40° 일 수 있다. 여전히 또 다른 실시예에서, 상단 및 하단 가스 유출구들의 수렴 각도 (C1, C2)는 약 15° 내지 약 35° 일 수 있다. 제 1 및 제 2 가스 유출구들에는 또한 노즐의 길이 방향 축으로부터 측 방향 각도가 제공될 수 있고, 예를 들면, 방출되는 가스들의 모멘텀의 수직 성분을 감소시키기 위해 수평 성분을 가질 수 있다. 예를 들어, 상단 가스 유출구들 및 하단 가스 유출구들의 출구 각도들의 측 방향 각도는 서로로부터 또는 서로를 향하여 약 10° 일 수 있다.

[0024] 본원의 일부 실시예들에서, 상단 및/또는 하단 가스 유출구들의 크기는 변화될 수 있다. 유출구 크기 선택은, 일부 실시예들에서, 연료 및 산소의 이용가능한 가스 압력들과 함께, 버너가 만들어야 하는 열의 양에 기반할 수 있다. 본원에서 기술된 바와 같이, 버너들은 최저 실용 비율 (practical rate)로부터 최고 실용 비율까지 열 생산의 상당한 범위, 예를 들면, 2 팩터를 가능케 할 수 있고, 이로써, 10 - 20 psig의 천연 가스 압력 및 15 - 35 psig의 산소 압력과 함께, 150 내지 450 KW (예를 들면, 약 0.5 내지 1.5 백만 BTU/hr)를 만들어 낼 수 있다. 동작 시에, 약 15% 과잉 산소는 연료를 완전하게 산화시키기 위해 이용될 수 있다. 예를 들어, 도 4-6에 도시된 노즐 (120)은 약 0.0995 인치의 직경을 각각 갖춘 상단 및 하단 가스 유출구들 (122, 124)을 가질 수 있고, 이로 인해, 대략 250 KW 이상의 열을 만들어내는 버너를 초래한다. 추가 예시에서, 도 7-9에 도시된



노즐 (130)은 약 0.154 인치의 직경을 가진 상단 가스 유출구들 (132) 및 약 0.136 인치의 직경을 가진 하단 가스 유출구들 (134)을 가질 수 있고, 이로 인해, 대략 350 KW의 이상을 만들어내는 버너를 초래한다.

[0025] 도 10은 본 주제의 추가 실시예에 따른 노즐의 사시도이고, 도 11은 도 10의 노즐의 상면도이며, 그리고 도 12는 라인 C-C를 따라 절개된 도 11의 노즐의 단면도이다. 도 10-12를 참조하여 보면, 도시된 바와 같이, 버너는 대략 직경이 0.154 인치인 상단 가스 유출구들 (142), 및 대략 직경이 0.136 인치인 하단 가스 유출구들 (144)을 갖춘 노즐 (140)을 가지고, 이로 인해, 450 KW 이상을 만들어 내는 버너를 초래한다. 도 4-12에 도시된 상단 가스 유출구들 (122, 132 및 142), 및 이러한 도면들에도 도시된 하단 가스 유출구들 (124, 134 및 144)에는 일부 실시예들에서, 빠져나가는 제 1 가스 (G) 및/또는 제 2 가스 (O) 둘 다의 스트림들의 증가 속도를 제공하기 위해, 상대적으로 작은 단면들이 제공될 수 있다. 또 다른 비-제한적 실시예에서, 상단 및 하단 가스 유출구들 (122, 124, 132, 134, 142, 144) 중 임의의 하나, 또는 여러 개는 각각의 유출구의 길이를 통해 가변 직경을 가질 수 있다. 예를 들어, 유출구는 노즐의 길이 방향 중앙 라인에 가까울수록 커지는 직경을 가지며, 길이 방향 중앙 라인으로부터 멀어질수록 점진적으로 작아지는 직경을 가질 수 있어서, 임의의 가스 배출 속도는 증가될 수 있다. 비-제한적인 예시에서, 상단 및 하단 가스 유출구들은 약 0.03 인치 내지 약 0.3 인치의 범위의 직경으로 형성될 수 있어서, 약 5 psig 내지 50 psig의 범위의 압력으로 중앙 튜브 및 외부 튜브에 공급될 시에, 약 80 m/s 내지 약 330 m/s의 대략 범위의 가스 (O 또는 G) 배출 속도를 초래한다. 물론, 대표적인 가스 유출구들의 크기, 수, 직경, 각도 등은 버너의 원하는 에너지 출력에 폭넓게 의존하여 변화될 수 있으며, 그리고 고안될 수 있는 바와 같이, 본원에 첨부된 청구항은 청구하지 않는 이상, 임의의 특정 크기, 수, 직경, 각도 등에 제한되지 않아야 한다.

[0026] 일부 실시예들에서, 각각의 쌍의 가스 유출구들에서 상단 및 하단 가스 유출구들은 서로 실질적으로 인접하게 위치될 수 있고, 이로 인해, 가스들의 배출 스트림이 노즐에 아주 인접하여 가스들의 연소를 위한 고속 혼합을 촉진시키기에 충분히 가깝게 하는 것을 확보한다. 이로써, 노즐들에서 배출되는 혼합 가스는 점화될 수 있고, 그 결과 노즐로부터 유리 용융물 내로 멀리 이동하는 화염들이 발생할 수 있으며, 중앙 튜브의 길이 방향 축으로부터 확 나오른다. 이러한 화염들의 타오름은 종래의 SCM 버너들에 비해, 연소 가스들의 모멘텀이 유리 용융물에 보다 수평적, 확산적이 되도록, 그리고 퍼지도록 할 수 있다. 이러한 타오름은 또한 종래의 SCM 버너들에 비해, 유리 용융물을 통해 이동하는 연소 가스들의 모멘텀 및 수직 속도를 감소시킴으로써, 유리의 방출을 감소시킬 수 있다. 추가적인 실시예들에서, 짧고 넓은 화염은 또한, 화염이 유리 용융물로 붙어 놓여지는 시점에서, 용융 풀에서의 냉각 핑거 (cold finger)의 형성을 감소 또는 제거시키고, 유리 용융물의 냉동을 피할 수 있다. 유동 조절기들 (flow regulators) (미도시)은 각각의 공급 라인들에서 제 1 및 제 2 가스들의 유량을 제어하기 위해, 본원의 실시예들에서 이용될 수 있다 (예를 들면, 압력 선택 등).

[0027] 대표적인 중앙 튜브 (112), 외부 튜브 (114) 및 노즐 (120)은 임의의 적합한 내열성 물질 예를 들면 스테인리스강, 예를 들면, 304, 309, 316, 또는 다른 고온 스테인리스강, 오스테나이트 (austenitic) 니켈-크롬-철 합금들, 예를 들면 Inconel®, 고온 유리 예를 들면 융합 실리카, 고온 세라믹, 또는 고온 플라스틱 예를 들면, PVC (폴리비닐클로라이드, polyvinylchloride) 또는 폴리이미드로 구성될 수 있지만, 이에 제한되지 않는다. 다른 실시예들에서, 제 1 포트 (117) 및 제 2 포트 (119)는 중앙 튜브 (112) 및 외부 튜브 (114)의 측벽들 또는 바닥 벽들에 위치될 수 있다. 도 4-12를 연속적으로 참조하여 보면, 대표적인 노즐들 (120, 130, 140)에는 상단 및 하단 가스 유출구들 중 하나 이상이 위치된 평면을 가진 절두원추형 섹션 (frustoconical section) (126, 136, 146)에 위치된 상단 가스 유출구들 (122, 132, 142) 및 하단 가스 유출구들 (124, 134, 144)이 도시된다. 다른 실시예들에서, 노즐은 중앙 튜브 (112)의 원통형 연장부일 수 있고, 이때 상단 및 하단 가스 유출구들은 노즐의 주변 원통형 벽에 위치된다.

[0028] 지금까지는 본원 및 도면들에서 가스 유출구 쌍들이 수직으로 그리고 길이 방향으로 정렬된 쌍들로 기술 및 도시되었지만, 인식될 수 있는 바와 같이, 각각의 가스 유출구들 쌍들은 노즐 및 중앙 튜브의 길이 방향 축에 대해 수직인, 기울어진 또는 평행한 평면을 따라 정렬될 수 있고, 이때 상단 및 하단 가스 유출구들 둘 다는 노즐 주위에 동일한 링 또는 원형으로 배치된다. 각각의 가스 유출구 쌍은 노즐 및 중앙 튜브의 길이 방향 축에 대해 평행으로부터 수직까지의 임의의 각도로 평면을 따라 대안적으로 정렬될 수 있다. 더욱이, 가스 유출구들 쌍들의 수는 변화될 수 있다. 예를 들어, 도 10-12에 도시된 노즐 (140)은 도 4-6의 노즐과 동일하되, 노즐 (140)이 8 개의 쌍들의 상단 및 하단 가스 유출구들 (142, 144)을 포함한다는 점을 제외하고 동일하다. 주목해야 하는 바와 같이, 도 4-12에 도시된 노즐들에서 상단 및 하단 가스 유출구들의 쌍들의 수 및 배치는 본원에 첨부된 청구항들을 제한하지 않아야 한다.

[0029] 도 4-12에 대해 본원에서 이전에 기술된 바와 같이, 노즐들을 가진 버너들의 서로 다른 버전들은 대표적인 SCM

에서 테스트된다. 테스트된 노즐들에서 가스 유출구들의 치수들은 표 1에 이하에서 나열된다.

표 1

버너 #	도면 #	홀 쌍들#	상단 주입구들의 직경 (in)	하단 주입구들의 직경 (in)	외부 보어의 직경 (in)	중앙 보어의 내부 직경 (in)
1	4	6	0.0995	0.0995	0.375	0.305
2	7	6	0.136	0.0995	0.375	0.305
3	7	6	0.154	0.136	0.375	0.305
4	10	8	0.154	0.136	0.500	0.430

표 1을 참조하여 보면, 상단 가스 유출구들은 산소의 유동에 대한 실험 중에 사용되며, 그리고 하단 가스 유출구들은 천연 가스의 유동에 대해 사용된다. 가장 작은 가스 유출구들을 가진 버너 1은 15 psig의 전달 압력으로 약 1300 SCFH의 산소의 유량에 제한된다. 버너 1을 통한 약 600 SCFH의 천연 가스 유량은 175 KW의 열 출력을 만들어 낸다. 이러한 상황에서, 약 50 pounds/hr의 알루미늄-실리케이트 유리, 고 점도 유리 또는 다른 적합한 유리 물질. 유리 용융물의 매우 우수한 온도 균일성은 버너 1 장치들을 사용하여 달성되며, 그리고 유리 용융물은 현저한 유리 양이 SCM의 측면들 상에 방출되지 않는다는 점에서 양호하게 행동을 위치할 수 있는 것으로 특징지어진다. 일반적으로 버너 1은 현저한 사운드의 양을 방출하지 않고, 대부분 상황에서, 발생된 임의의 사운드는 백그라운드 노이즈를 초과하여 들리지 않을 수 있다. 버너 3는 또한 SCM에서 테스트되고, 이로 인해 1800 SCFH의 산소 유량은 상단 가스 유출구들을 통하여 16 psig의 전달 압력으로 달성된다. 약 800 SCFH의 천연 가스 유량은 하단 가스 유출구들을 통하여 달성된다. 최종 화염은 약 235 KW의 열 출력을 만들어 낸다. 이러한 상황에서, 약 75 pounds/hr의 유리는 용융된다. 산소 유동은 중앙 튜브의 내부와 상단 가스 유출구들을 연통하는 보어의 상대적으로 작은 크기에 의해 다소 제한된다. 버너 3는 또한 매우 조용하며, 그리고 SCM 주위에서 유리를 방출하지 않는다. 노 (furnace)의 탭으로부터 방출된 유리 용융물은 균일하게 용융되며, 그리고 버너 3에 의해 만들어진 유리 용융물의 온도 균일성은 다수의 다른 버너들의 것과 유사하다. 버너 1보다 큰 가스 유출구 홀 크기들을 가짐으로써, 버너 3는 주어진 압력에서 보다 많은 산소를 통과시킬 수 있지만, 버너에서 빠져나가는 산소 속도는, 1300 SCFH 산소 유동으로 버너 1로부터 방출되는 330 m/s의 산소보다 낮은, 1800 SCFH에서 단지 약 196 m/s이다. 버너 1로부터 산소의 보다 높은 속도는 양호한 유리 혼합에 기여할 수 있으며, 그리고 양호한 온도 균일성을 초래한다. 버너 (3)는 산소의 보다 높은 최대 유동을 통과시킬 수 있으며, 그리고 이로써, 중앙 튜브의 내부와 상단 가스 유출구들을 연통시키는 보어가 보다 크게 만들어지는 경우, 보다 높은 산소 속도를 가진다.

하나의 놀라운 결과는 버너들 1 및 3이 가진 문제점들이 관측되지 않았다는 점이다. 종래의 학문에서 여겨지는 바와 같이, 버너들 1 및 3은, 노즐들의 중앙에서 상부를 향해 수직으로 빠져나가는 가스 유출구들을 가지지 않은 상기와 같은 버너들을 가능한 대로 플러그된 그의 상부 상에 유리가 증착되도록 할 수 있다. 상기와 같은 수직으로 배향된 가스 유출구들을 가진 단점은 수직 가스 유출구를 통해 가스의 수직 유동이 유리 용융물을 통해 빠르게 이동시키며 (효율적인 열 전달을 허용하지 않음), 그리고 유리 용융물 및 뱃치를 상부를 향하여 SCM으로 방출하는 버너들에 기여할 수 있다는 점이다.

중간 크기인 가스 유출구들을 가진 버너 2는 중앙 튜브의 내부와 상단 가스 유출구들을 연통시키는 각각의 중앙 공급 보어를 가능하다면 0.437 인치의 직경으로 확장시킴으로써, 최적화될 수 있다 (0.397 인치의 내부 직경 튜브가 위치될 수 있다). 이러한 통로 크기를 더 증가시키기 위해서, 버너 팁의 전반적인 외부 직경은 증가될 필요가 있을 수 있다. 표 1에서 주목한 바와 같이, 버너 (4)는 직경이 상대적으로 큰 8 개 쌍들의 가스 유출구들을 가지며, 그리고 버너 (3)와 유사하다. 버너 (4)는 테스트되지 않았지만, 그러나 계산에서 나타난 바와 같이, 상기와 같은 노즐은 16 psig의 산소 전달 압력으로 320 KW 초과 및 35 psig의 산소 전달 압력으로 450 KW 초과를 능력을 초래할 수 있다.

도 13은 본원의 또 다른 실시예에 따른 노즐의 사시도이고, 도 14는 도 13의 노즐의 측면도이고, 도 15는 라인 D-D를 따라 절개된 도 14의 노즐의 단면도이며, 그리고 도 16은 라인 E-E를 따라 절개된 도 15의 노즐의 단면도이다. 도 13-16을 참조하여 보면, 실질적인 원통형 노즐 (150) 실시예가 도시된다. 도시된 노즐 (150)은 이

전에 상기에서 기술된 바와 같이, 노즐 (150)로부터 확 타오르는 화염들을 발생시키는 8 개 쌍들의 상단 및 하단 가스 유출구들 (152, 154)을 포함한다. 상단 가스 유출구들 (152)은 중앙 튜브 (112)의 길이 방향 축으로부터 대략 90° 의 제 1 출구 각도 (A5)를 따라 형성될 수 있다. 하단 가스 유출구들 (154)은 중앙 튜브 (112)의 길이 방향 축으로부터 대략 60° 의 제 2 출구 각도 (A6)를 따라 형성될 수 있고, 그 결과 상단 및 하단 가스 유출구들은 대략 30° 의 수렴 각도로 수렴한다. 상술된 출구 및 수렴 각도들은 물론 예시적인 뿐, 출구 각도들 (A5, A6) 및/또는 수렴 각도들 중 임의의 각도가 본원의 실시예들로 고안될 시에 본원에 첨부된 청구항의 권리 범위를 제한하지 않아야 한다. 상단 및 하단 가스 유출구들 (152, 154)은 상기에서 이전에 기술된 노즐들 내의 가스 유출구들과 비교할만한 직경/크기를 가진다; 그러나, 도시된 노즐 (150)은 절두원추형 섹션을 가지지 않는다. 오히려, 노즐 (150) 내의 상단 및 하단 가스 유출구들은 그의 원통형 외부 표면/벽에 위치된다. 또 다른 실시예에서, 노즐 (150)은 파일롯 화염들을 발생시키기 위해, 복수의 (이 경우에, 16 개) 쌍들의 상단 및 하단 파일롯 홀들 (pilot holes) (156, 158)을 포함할 수 있다.

[0035] 대표적인 실시예들에서, 파일롯 홀들 (156, 158)은 그의 길이를 따라 실질적으로 유사한 직경을 가질 수 있지만, 그러나 상단 및 하단 유출구들에 비교하여 보다 작을 수 있다. 또 다른 실시예에서, 파일롯 홀들 (156, 158)은 노즐의 길이 방향 축에 가장 가까운 보다 작은 직경, 및 노즐의 표면에 점진적으로 (또는 단차적으로) 보다 큰 직경을 가져서, 그의 가스 속도를 느리게 하고 파일롯 화염을 보다 효과적으로 할 수 있다. 예를 들어, 상단 파일롯 홀들 (156)에 빠져나가는 제 1 가스의 속도를 감소시키기 위해, 상단 파일롯 홀들 (156)은 상대적으로 작은 직경 내부 보어부들 (156a) 및 상대적으로 큰 직경 외부 보어부들 (156b)로 형성될 수 있다 (도 15). 내부 보어부들 (156a)의 근접 섹션들은 노즐 (150) 내의 중앙 가스 공급 보어 (153), 즉, 중앙 튜브 (112)의 내부와 연통한다. 외부 보어부들 (156b)의 근접 섹션들은 내부 보어부들 (156a)의 원위 섹션들과 연통을 하며, 이로 인해, 외부 보어부들 (156b)의 원위 섹션들은 노즐 (150)에서 빠져나간다. 내부 보어부들 (156a)의 상대적으로 작은 직경은, 상단 파일롯 홀들 (156)에서 빠져나가는 제 1 가스의 속도를 낮춤으로써, 보다 작은 직경 내부 보어부들 (156a)로부터 보다 큰 직경 외부 보어부들 (156b)로 이동할 시, 상단 파일롯 홀들 (156)을 통한 제 1 가스의 유동을 제한시키고, 제 1 가스의 팽창을 제한시키기 위해 작동할 수 있다. 그 결과, 상단 파일롯 홀들을 통한 제 1 가스의 속도는 낮으며, 파일롯 화염들은 높은 유량으로 상대적으로 높은 속도의 주된 화염 가스이기보다는 꺼지는 것에 보다 저항적이다. 노즐 (150)은 또한 추가의 제 1 가스 상부 또는 수직 파일롯 유출구 (157)를 제공할 수 있다. 수직 파일롯 유출구 (157)는 포트로 역할할 수 있고, 이때 상기 포트를 통해 UV 센서 (미도시)는 노즐로부터 방출된 화염으로부터 UV 에너지를 검출하며, 그리고 버너의 동작을 모니터링할 수 있다.

[0036] 이전에 기술된 실시예들과 유사하게, 상단 가스 유출구들 (152)의 출구 각도, 하단 가스 유출구들 (154)의 출구 각도, 및 서로에 대한 가스 유출구들의 최종적인 수렴 각도는 변화될 수 있다. 비-제한적인 예시들에서, 상단 가스 유출구의 제 1 출구 각도 (A5)는 약 45° 내지 약 90° 의 범위에 있을 수 있다. 하단 가스 유출구들의 제 2 출구 각도 (A6)는 약 40° 내지 약 90° 의 범위에 있을 수 있다. 결과적으로, 상술된 A5, A6의 범위들과 함께, 상단 및 하단 가스 유출구들의 수렴 각도는 약 0° 내지 약 50° 의 범위에 있을 수 있다. 바람직한 실시예에서, 상단 및 하단 가스 유출구들의 수렴 각도는 약 10° 내지 약 45° 일 수 있다. 여전히 또 다른 실시예에서, 상단 및 하단 가스 유출구들의 수렴 각도는 약 15° 내지 약 45° 일 수 있다. 제 1 및 제 2 가스 유출구들에는 또한 노즐의 길이 방향 축으로부터 측 방향 각도가 제공될 수 있고, 예를 들면, 방출되는 가스들의 모멘텀의 수직 성분을 감소시키기 위해 수평 성분을 가질 수 있다. 예를 들어, 상단 가스 유출구들 및 하단 가스 유출구들의 출구 각도들의 측 방향 각도는 서로로부터 또는 서로를 향하여 약 10° 일 수 있다. 이전에 기술된 실시예들과 같이, 상단 가스 유출구들, 하단 가스 유출구들, 상단 파일롯 홀들 및 하단 파일롯 홀들의 크기 또한 변화될 수 있으며, 그리고 임의의 적합한 수 또는 크기의 가스 유출구들 및 파일롯 홀들은 본원의 실시예들에 대해 고안된다.

[0037] 도 17은 본원의 추가 실시예에 따른 노즐의 상면도이며, 그리고 도 18은 라인 F-F를 따라 절개된 도 17의 노즐의 단면도이다. 도 17 및 18을 참조하여 보면, 대표적인 노즐 (160)은 도 13-16에 도시된 이전에 기술된 실시예들의 노즐 (150)과 유사하게 도시되지만, 노즐 (160) 내의 추가 수직 파일롯 홀 (167)은 노즐 (160)의 상부 또는 말단 면에서의 오프-센터 보어 (off-center bore)에 의해 형성된다. 중앙의 제 1 가스 공급 보어 (163)는 중앙 튜브 (112)의 내부와 추가 수직 파일롯 홀 (167)을 연통시킨다. 추가 수직 파일롯 홀 (169)은 또한, 노즐 (160) 내의 제 2 가스 공급 보어 또는 채널 (169a)과 연통하는 노즐 (150)의 상부 또는 말단 면에서의 보어에 의해 형성될 수 있다. 제 2 가스 공급 채널 (169a)은 외부 튜브 (114) 내부의 환형 공간 (116)과 추가 수직 파일롯 홀들 (169)을 연통시킨다. 제 2 가스 상부 파일롯 홀 (169) 및 제 1 수직 파일롯 홀 (167)을 형성하는 보어들은 서로를 향해 기울어질 수 있고, 그 결과 제 1 수직 파일롯 홀 (167)에서 빠져나가는 제 1 가스

의 스트림은 제 2 수직 파일럿 홀 (169)에서 빠져나가는 제 2 가스의 스트림과 충돌 및 혼합되어, 노즐 (160)의 상부 또는 말단 또는 먼 외부로 파일럿 화염을 연소 및 발생시킨다. 수직 파일럿 홀 (167)은 또한 포트에 역할할 수 있고, 이때 상기 포트를 통해 UV 센서 (미도시)는 노즐로부터 방출된 화염으로부터 UV 에너지를 검출하며, 그리고 버너의 동작을 모니터링할 수 있다.

[0038] 도 19는 본원의 추가 실시예에 따른 노즐의 사시도이며, 그리고 도 20은 도 19의 노즐의 측면도이다. 도 21은 라인 G-G를 따라 절개된 도 20의 노즐의 단면도이고, 도 22는 라인 H-H를 따라 절개된 도 21의 노즐의 단면도이고, 도 23은 라인 I-I를 따라 절개된 도 21의 노즐의 단면도이며, 그리고 도 24는 라인 J-J를 따라 절개된 도 21의 노즐의 단면도이다. 도 19-24를 참조하여 보면, 대표적인 노즐 (170)은 도 17-18에 도시된 노즐 (160)과 유사하게 도시되지만, 그러나 8 개 쌍들의 상단 및 하단 가스 유출구들 (172, 174) 및 7 개 쌍들의 제 2 가스 및 제 1 가스 파일럿 홀들 (176, 178)은 원통형 노즐 (170)의 외부 주변 표면에 있다. 도 23에 도시된 바와 같이, 제 1 및 제 2 가스 파일럿 홀들 (176, 178)을 형성하는 보어들은 노즐 (170)의 주변/외부 측면 표면에서 완전하게 교차한다. 이러한 대표적인 실시예를 사용하여, 제 1 및 제 2 가스들은 노즐 (170)의 외부 표면에 근접하여, 그리고 실질적으로 인접하여 혼합 및 연소될 수 있다. 본원의 추가 실시예들에서, 제 1 가스 수직 파일럿 홀 (177) 및 제 2 가스 수직 파일럿 홀 (179)을 형성하는 보어들은 노즐 (170)의 외부 표면 내부에서 단지 교차하고 (도 24), 그 결과 그로부터의 제 1 및 제 2 가스들은 버너 내부에서, 또는 이전에 기술된 실시예들에서보다 노즐 (170)의 외부 표면에 적어도 근접하여 빠르게 혼합된다. 상기와 같은 실시예에서, 제 2 가스 수직 파일럿 홀 (179)을 형성하는 보어는 제조의 용이성을 위해, 2 개의 보어들, 길이 방향 보어 (177a) 및 수평 보어 (177b)로 형성될 수 있다. 플러그 (177c)는 또한 수평 보어 (177b)의 외부 말단을 밀봉시키기 위해 이용될 수 있다. 제 1 가스 수직 파일럿 홀 (177)에서 빠져나가는 제 1 가스의 속도를 감소시키기 위해, 추가 제 1 가스 파일럿 홀 (177)은 상대적으로 작은 직경 내부 보어 섹션 (177a) and 상대적으로 큰 직경 외부 보어 섹션 (177b)으로 형성될 수 있다 (도 24). 보어 직경은 내부로부터 외부 섹션들까지 단차질 수 있거나, 또는 적용가능한 것 같이, 직경에 있어 증가될 수 있다 (progress). 이와 마찬가지로, 상단 파일럿 홀들 (176)은 제 1 상대적으로 작은 직경 내부 보어 섹션 (176a) 및 상대적으로 큰 직경 외부 보어 섹션 (176b) (도 23)으로 형성될 수 있다. 보어 직경은 내부로부터 외부 섹션들까지 단차질 수 있거나, 또는 적용가능한 것 같이, 직경에 있어 증가될 수 있다. 상기와 같은 실시예들로부터 최종적인 파일럿 화염들은 꺼지는 것에 저항적이며, 그리고 주된 화염들이 그의 재-점화에 의해 꺼지지 않는 것을 확보할 수 있다.

[0039] 도 25는 본원의 추가 실시예에 여전히 따른 대표적인 노즐의 사시도이고, 도 26은 도 25의 노즐의 측면도이며, 도 27은 라인 K-K를 따라 절개된 도 26의 노즐의 단면도이고, 도 28은 라인 L-L을 따라 절개된 도 26의 노즐의 단면도이고, 도 29는 라인 M-M을 따라 절개된 도 26의 노즐의 단면도이며, 그리고 도 30은 라인 N-N을 따라 절개된 도 26의 노즐의 단면도이다. 도 25-30을 참조하여 보면, 대표적인 노즐 (180)은 도 17-18에 도시된 노즐 (170)과 유사하게 도시되지만, 그러나 8 개 쌍들의 상단 및 하단 가스 유출구들 (182, 184) 및 7 개 쌍들의 제 1 및 제 2 가스 파일럿 홀들 (186, 188)을 가진다. 도 26 및 28에 도시된 바와 같이, 상단 가스 유출구들 (182)을 형성하는 보어들은 노즐 (180)의 외부 표면에서 하단 가스 유출구들 (184)를 형성하는 보어들과 부분적으로 교차한다. 상기와 같은 실시예로, 제 1 및 제 2 가스들은 빠르게 혼합 및 연소되어, 이로 인해, 노즐 (180)에 가까운 화염을 만들어 낸다. 이와 유사하게, 제 1 가스 파일럿 홀들 (186)을 형성하는 보어들은 도 29에 도시된 바와 같이, 노즐 (180)의 측면 표면에서 제 2 가스 파일럿 홀들 (188)을 완전하게 교차한다. 상기와 같은 실시예로, 제 1 및 제 2 가스는 빠르게 혼합 및 연소되어, 이로 인해 노즐 (180)에 근접한 화염을 만들어 낼 수 있다. 상기와 같은 실시예들은, 주된 화염들이 그의 재-점화를 통하여 꺼지지 않는 것을 확보하는 파일럿 화염을 초래한다. 도 30에 도시된 바와 같이, 추가 제 1 가스 상부 또는 말단 파일럿 홀 (187)은 노즐 (180) 내의 중앙 보어 (186)와 연통하는 노즐 (150)의 상부 또는 말단 면에서의 오프-센터로 형성된 보어에 의해 형성될 수 있다. 중앙 공급 보어 (183)는 중앙 튜브 (112)의 내부와 제 1 가스 상부 파일럿 홀을 연통시킨다. 추가 제 2 가스 상부 파일럿 홀 (189)은 외부 튜브 (114)의 내부와 연통하는 노즐 (180) 내의 공급 채널 (187)과 연통하는 노즐 (180)의 상부 또는 말단 면의 중앙에서의 보어에 의해 형성될 수 있다.

[0040] 이전에 주목한 바와 같이, 도 13-30의 이전에 기술된 실시예들의 노즐들 내의 가스 유출구들 및 파일럿 홀들의 크기들이 변화될 수 있다. 도 13-30의 노즐들의 가스 유출구들에 대한 대표적인 직경들 및 구성들은 이하에 표 2에서 주어진다. 도 13-30의 노즐들의 파일럿 홀들에 대한 대표적인 직경들 및 구성들은 이하의 표 3에서 주어진다.



표 2

버너 #	제 1 가스 유출구 #	제 1 가스 유출구 직경 (in)	제 2 가스 유출구 #	제 2 가스 유출구 직경 (in)	유출구 각도
150	8	0.125	8	0.0995	60
160	8	0.125	8	0.089	60
170	8	0.081	8	0.1405	60
180	8	0.081	8	0.1405	68

[0041]

표 3

버너 #	제 1 파일럿 #	제 1 파일럿 외부 직경 (in)	제 1 파일럿 내부 직경 (in)	제 2 파일럿 #	제 2 파일럿 직경 (in)	파일럿 홀 각도
150	16	0.125	0.0465	16	0.0465	60
160	16	0.125	0.0465	16	0.042	60
170	7	0.081	0.035	7	0.052	45
180	7	0.081	0.035	7	0.052	45

[0042]

[0043]

대표적인 노즐들에서 빠져나가는 혼합된 가스가 점화될 수 있고, 그 결과 제 1 출구 각도와 제 2 출구 각도 사이의 방향으로 노즐로부터 유리 용융물 내로 이동하는 화염들이 발생되며, 그리고 화염들은 중앙 튜브의 중앙 축으로부터 확 타오른다. 이러한 타오름은 종래의 SCM 버너들에 비해, 연소 가스들의 모멘텀이 유리 용융물에 보다 수평적, 확산적 및 퍼지도록 하여, 유리 용융물을 통해 이동하는 연소 가스들의 모멘텀 및 수직 속도는 감소될 수 있으며, 그리고 상기에서 기술된 유리의 방출 역시 감소하게 된다. 이전에 주목한 바와 같이, 상단, 하단 가스 유출구들, 나아가 파일럿 홀들은 노즐의 외부 표면에서 또는 상기 외부 표면 바로 아래에서 겹쳐지거나 교차하는 가스 유출구 쌍들 및 파일럿 홀 쌍들, 및 앞선 실시예들 중 어느 것에 사용될 수 있으며, 그리고 상부 파일럿 홀들은 또한 노즐 가까이에 인접한 화염들을 만들어 내기 위해, 앞선 실시예들 중 어느 것에 사용될 수 있다. 이로써, 도시된 실시예들은 예시적일 뿐, 본원에 첨부된 청구항들의 권리 범위를 그렇게 제한시키지 않아야 한다.

[0044]

본원의 일부 실시예들은 침지형 연소 용융장치용 버너를 포함한다. 버너는 밀봉식 원위 말단을 가진 제 1 튜브, 제 1 튜브와 동심을 이룬 제 2 튜브를 포함할 수 있고, 제 2 튜브는 제 1 튜브를 수용하는 개구를 가진 부분적인 밀봉식 원위 말단을 가지며, 이때 환형 공간은 제 1 튜브와 제 2 튜브 사이에 정의된다. 버너는 또한 제 1 튜브의 밀봉식 원위 말단에서의 제 1 가스 포트(제 1 가스를 공급함), 제 2 튜브의 원위 말단에서의 제 2 가스 포트(제 2 가스를 공급함), 및 제 1 및 제 2 튜브들의 근위 말단들 상의 노즐을 포함할 수 있다. 대표적인 제 1 가스는 연료일 수 있으며, 그리고 대표적인 제 2 가스는 산화제일 수 있다. 노즐은 절두원추형, 원통형 또는 다른 적합한 기하학적인 형상을 가질 수 있다. 노즐은 또한 상기에서 논의된 바와 같이 그 안에서 형성된 하나 이상의 파일럿 홀들을 포함할 수 있다. 제 1 가스는 제 2 가스와는 서로 다르거나 동일한 유량으로 전달될 수 있다.

[0045]

노즐은 N 개의 제 1 가스 유출구들 및 M 개의 제 2 가스 유출구들을 가질 수 있고, 이로 인해, N 개의 제 1 가스 유출구들은 버너 외부의 용융 유리 환경에 제 1 또는 제 2 가스를 공급하며, 그리고 M 개의 제 2 가스 유출구들은 버너 외부의 용융 유리 환경에 제 2 또는 제 1 가스를 공급함으로써, 용융 유리 환경에서 제 1 및 제 2 가스를 함께 혼합 및 연소시킨다. 일부 실시예들에서, N은 M과 동일하거나 서로 다를 수 있다. N 및 M에 대한 대표적인 비-제한 정수들은, 일, 이, 삼, 사, 오, 육, 칠 및 팔을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 제 1 및 제 2 가스 유출구들은, 제 1 가스 유출구 및 제 1 가스 유출구의 먼 쪽의 인접 제 2 가스 유출구를 포함한 가스 유출구 쌍을 갖춘 복수의 가스 유출구 쌍들에 배치될 수 있다. 제 1 가스 유출구는 약 20° 내지 약 80°의 각도로 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 기울어질 수 있으며, 그리고/또는 제 2 가스 유출구는 약 10° 내지 약 70°의 각도로 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 기울어질 수 있다. 더욱이, 서로를 향하거나 서로로부터 멀어진 제 1 및 제 2 가스 유출구들의 수렴 각도는 약 0° 내지 약 60° 일 수 있다. 대표적인 N 개의 제 1 및 M 개의 제 2 가스 유출구들은 상기에서 논의된 바와 같이, 노즐을 통한 각각의 보어들에 의해 형



성될 수 있으며, 이로 인해, 적어도 하나의 보어의 원위 말단은 동일 보어의 근위 말단과는 다른 직경을 가진다. 더욱이, 상기에서 주목한 바와 같이, 제 1 및 제 2 가스 유출구들은 제 1 튜브의 길이 방향 축 주위에서 동심으로 배치될 수 있고, 제 2 가스 유출구들은 제 1 가스 유출구들로부터 먼 쪽에 위치한다. 일부 실시예들에서, N 개의 제 1 가스 유출구들의 직경 각각은 서로 다르며, 그리고/또는 M 개의 제 2 가스 유출구들의 직경 각각은 서로 다르다. 다른 실시예들에서, M 개의 제 2 가스 유출구들의 직경 각각은 N 개의 제 1 가스 유출구들의 직경 각각과는 다르다. 여전히 또 다른 실시예에서, 공급된 제 1 가스의 대략적인 중앙 라인 및 공급된 제 2 가스의 대략적인 중앙 라인은 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 적어도 20°, 40° 또는 60° 로 기울어진 가중치된 평균 중앙 라인을 가진다.

[0046] 본원의 추가 실시예들은 침지형 연소 용융장치에 대한 또 다른 버너를 포함한다. 버너는 밀봉식 원위 말단을 가진 제 1 튜브, 제 1 튜브와 동심을 이룬 제 2 튜브를 가질 수 있고, 상기 제 2 튜브는 제 1 튜브를 수용하는 개구를 가진 부분적인 밀봉식 원위 말단을 가지고, 이때에 환형 공간은 제 1 튜브와 제 2 튜브 사이에서 정의된다. 버너는 또한 제 1 튜브의 밀봉식 원위 말단에서의 제 1 가스 포트 (제 1 가스 포트는 제 1 가스를 공급함), 제 2 튜브의 원위 말단에서의 제 2 가스 포트 (제 2 가스 포트는 환형 공간에 제 2 가스를 공급함), 및 제 1 및 제 2 튜브들의 근위 말단들 상의 노즐을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 연료는 산화제와는 다른 유량으로 전달될 수 있다. 추가적인 실시예들에서, 전달된 연료의 대략적인 중앙 라인 및 전달된 산소의 대략적인 중앙 라인은 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 적어도 20° 로 기울어진 가중치된 평균 중앙 라인을 가질 수 있다.

[0047] 대표적인 노즐은, 연료를 용융 유리 환경으로 전달하는 하나 이상의 제 1 가스 유출구들, 및 산화제를 용융 유리 환경으로 전달하는 하나 이상의 제 2 가스 유출구들을 포함할 수 있고, 이때 제 1 또는 제 2 가스 유출구들 중 적어도 하나는 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 30° 보다 크게 기울어진다. 일부 실시예들에서, 제 1 및 제 2 가스 유출구들은 제 1 튜브의 길이 방향의 중앙 축 주위에 배치될 수 있고, 제 2 가스 유출구들은 제 1 가스 유출구들로부터 먼 쪽에 위치한다. 또 다른 실시예에서, 제 1 및 제 2 가스 유출구들은, 제 1 가스 유출구 및 제 1 가스 유출구의 먼 쪽의 인접 제 2 가스 유출구를 포함한 가스 유출구 쌍을 갖춘 복수의 가스 유출구 쌍들에 배치된다. 제 1 가스 유출구는 약 20° 내지 약 80° 의 각도로 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 기울어질 수 있으며, 그리고/또는 제 2 가스 유출구는 약 10° 내지 약 70° 의 각도로 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 기울어질 수 있다. 더욱이, 서로를 향하거나 서로로부터 떨어진 제 1 및 제 2 가스 유출구들의 수렴 각도는 약 0° 내지 약 60° 일 수 있다. 추가적인 실시예들에서, 가스 유출구 쌍에서의 제 1 및 제 2 가스 유출구들은 서로 대략 0.1 인치 내에 있다. 더욱이, 일부 실시예들에서, 연료 또는 산화제는 100 m/s, 200 m/s 또는 250 m/s보다 큰 속도로 각각의 제 1 또는 제 2 가스 유출구들로부터 빠져나갈 수 있다. 각각이 제 1 및 제 2 가스 유출구들은 노즐을 통한 각각의 보어들에 의해 형성될 수 있고, 이때에 적어도 하나의 보어의 원위 말단은 동일한 보어의 근위 말단과는 다른 직경을 가진다.

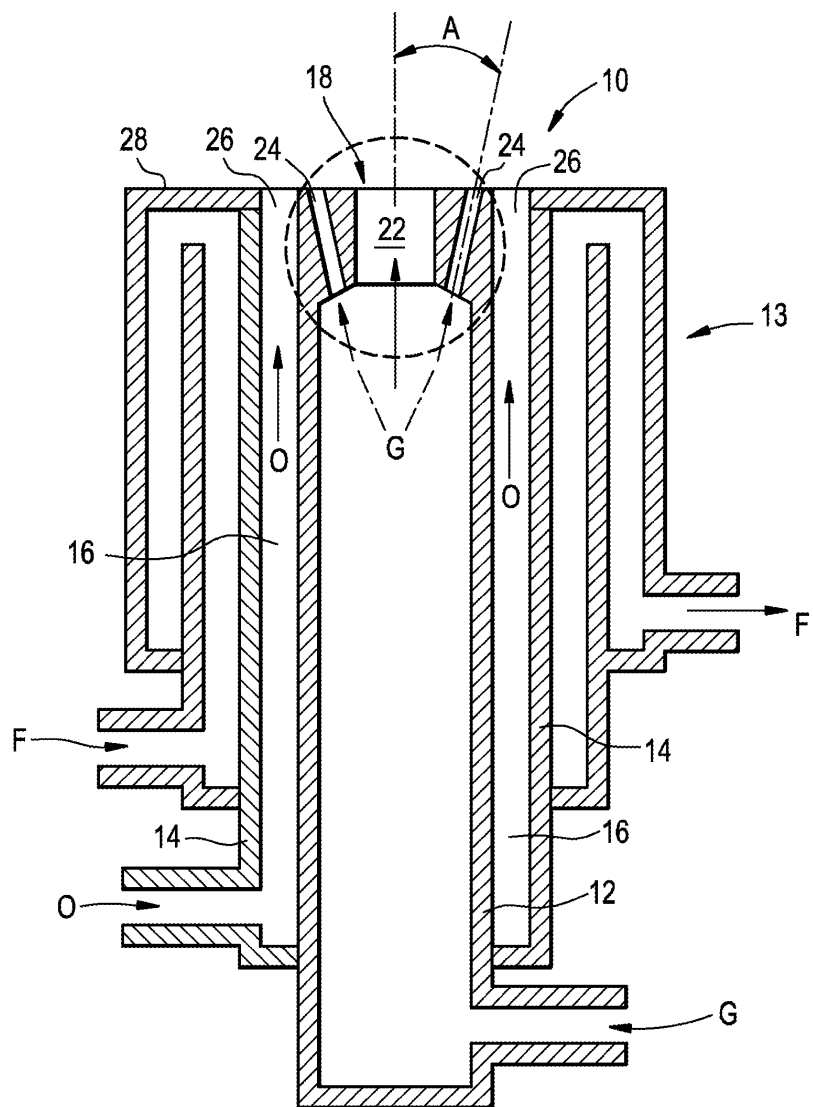
[0048] 본원의 추가 실시예들은 침지형 연소 용융장치에 대한 추가 버너를 포함한다. 이러한 버너는 밀봉식 원위 말단을 가진 제 1 튜브, 제 1 튜브와 동심을 이룬 제 2 튜브를 포함할 수 있고, 상기 제 2 튜브는 제 1 튜브를 수용하는 개구를 가진 부분적인 밀봉식 원위 말단을 가지고, 이때에 환형 공간은 제 1 튜브와 제 2 튜브 사이에서 정의된다. 버너는 또한 제 1 튜브의 밀봉식 원위 말단에서의 제 1 가스 포트 (제 1 가스 포트는 제 1 가스를 공급함), 제 2 튜브의 원위 말단에서의 제 2 가스 포트 (제 2 가스 포트는 환형 공간에 제 2 가스를 공급함), 및 제 1 및 제 2 튜브들의 근위 말단들 상의 노즐을 가질 수 있다.

[0049] 노즐은 연료를 용융 유리 환경으로 전달하는 제 1 복수의 가스 유출구들, 및 산화제를 용융 유리 환경으로 전달하는 제 2 복수의 가스 유출구들을 가질 수 있고, 이때 제 1 복수의 가스 유출구들 각각은 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 30° 보다 크게 기울어지며, 그리고 제 2 복수의 가스 유출구들 각각은 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 30° 보다 크게 기울어진다. 일부 실시예들에서, 각각의 제 1 및 제 2 복수의 가스 유출구들은, 제 1 복수의 가스 유출구들로부터의 가스 유출구, 제 2 복수의 가스 유출구들로부터의 가스 유출구를 포함한 가스 유출구 쌍을 갖춘 가스 유출구 쌍들에 배치된다. 다른 실시예들에서, 연료는 산화제와는 다른 유량으로 전달될 수 있다. 더욱이, 가스 유출구 쌍들은 서로 다른 유량들로 연료 및 산화제를 전달할 수 있다. 추가적인 실시예들에서, 각각의 제 1 및 제 2 가스 유출구들은 노즐을 통한 각각의 보어들에 의해 형성될 수 있고, 이때 적어도 하나의 보어의 원위 말단은 동일한 보어의 근위 말단과는 다른 직경을 가진다. 또 다른 실시예에서, 버너는 노즐 상의 화염 센서를 포함할 수 있다. 여전히 추가적인 실시예에서, 전달된 연료의 대략적인 중앙 라인 및 전달된 산소의 대략적인 중앙 라인은 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 적어도 20° 로 기울어진 가중치된 평균 중앙 라인을 가질 수 있다.

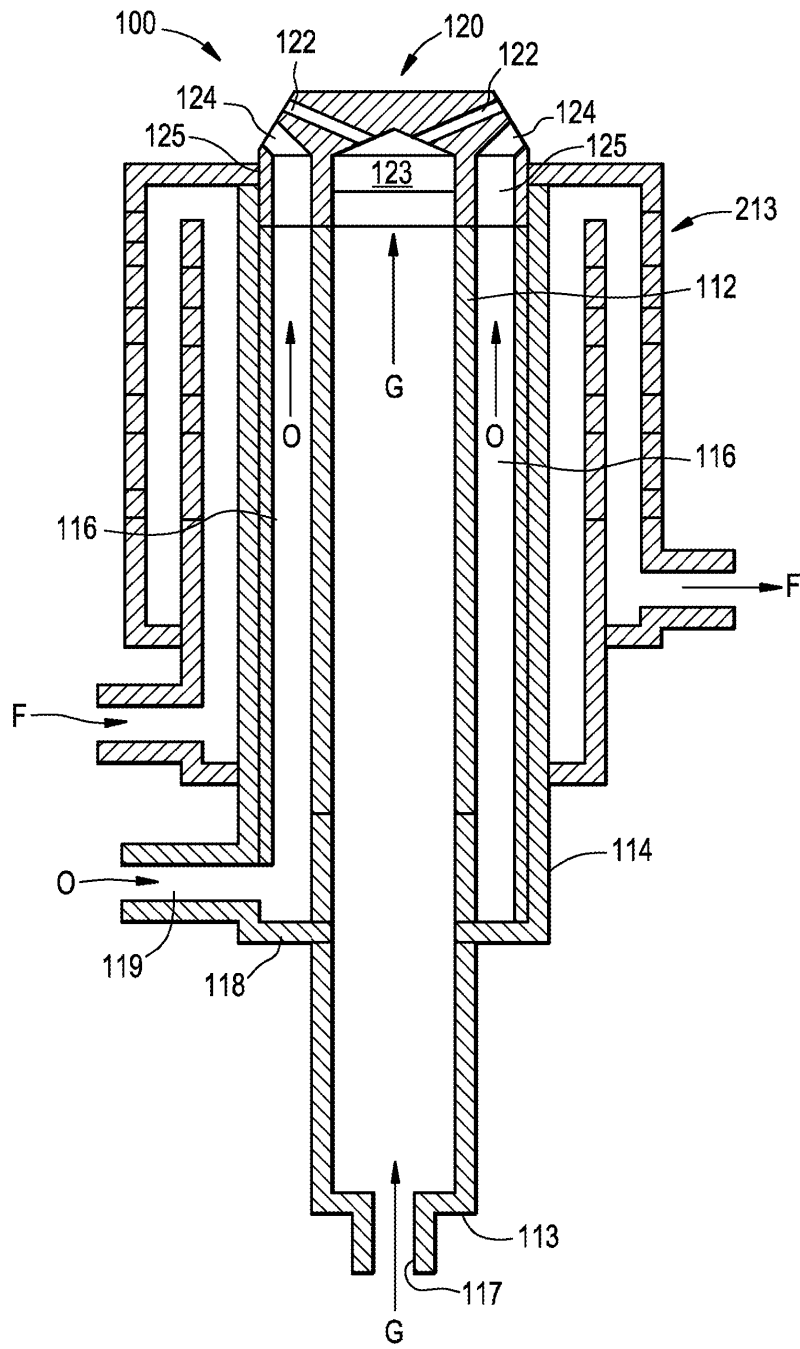
- [0050] 본원의 여전히 또 다른 실시예는 침지형 연소 용융장치 시스템을 제공한다. 시스템은 유리 용융물의 용융 풀을 가진 용융 챔버, 용융 챔버에 유리 물질을 공급하는 공급 포트, 배기 가스가 용융 챔버로부터 빠져나갈 수 있는 배기 포트, 유출구 통로에 의해 용융 챔버에 동작 가능하게 연결된 조절 챔버 (용융 풀로부터의 용융 물질이 유출구 통로를 통하여 용융 챔버로부터 조절 챔버로 유동하고 그 후에 용융 장치에서 빠져나감), 및 유리 용융물의 용융 풀에 화염들을 붙어 넣기 위해 용융 챔버의 벽에 제한된 하나 이상의 버너들을 포함할 수 있다. 대표적인 버너들은 밀봉식 원위 말단을 가진 제 1 튜브, 및 제 1 튜브와 동심을 이룬 제 2 튜브를 포함할 수 있고, 상기 제 2 튜브는 제 1 튜브를 수용하는 개구를 가진 부분적인 밀봉식 원위 말단을 가지고, 이때에 환형 공간은 제 1 튜브와 제 2 튜브 사이에서 정의된다. 버너는 또한 제 1 튜브의 밀봉식 원위 말단에서의 제 1 가스 포트 (제 1 가스 포트는 제 1 가스를 공급함), 제 2 튜브의 원위 말단에서의 제 2 가스 포트 (제 2 가스 포트는 환형 공간에 제 2 가스를 공급함), 및 제 1 및 제 2 튜브들의 근위 말단들 상의 노즐을 포함할 수 있다. 대표적인 노즐은 제 1 복수의 제 1 가스 유출구들 및 제 2 복수의 제 2 가스 유출구들을 포함할 수 있고, 이때 복수의 제 1 가스 유출구들은 제 1 또는 제 2 가스를 공급하고, 복수의 제 2 가스 유출구들은 제 2 또는 제 1 가스를 공급함으로써, 제 1 및 제 2 가스들을 함께 혼합시키며, 그리고 복수의 제 1 또는 제 2 가스 유출구들 중 적어도 하나는 제 1 튜브의 길이 방향 축으로부터 30° 보다 크게 기울어진다.
- [0051] 이러한 설명이 다수의 세부사항들을 포함할 수 있지만, 이러한 것들은 그의 권리 범위에 제한되는 것으로 해석되는 것이 아니라, 오히려 특정 실시예들에 대해 특정화된 것일 수 있는 특징들의 설명들로 해석되어야 한다. 지금까지는 별개의 실시예들의 문맥에서 기술된 소정의 특징들은 또한 단일 실시예와 조합하여 구현될 수 있다. 반대로, 단일 실시예의 문맥에 기술된 다양한 특징들은 또한 다수의 실시예들에서 별개로 또는 임의의 적합한 하위 조합으로 구현될 수 있다. 게다가, 특징들이 소정의 조합들에서 작용하는 것으로 상기에서 기술되고 처음에 청구될 수도 있지만, 청구된 조합으로부터의 하나 이상의 특징들은 일부 경우들에서 상기 조합으로부터 삭제될 수 있으며, 그리고 청구된 조합은 하위 조합 또는 하위 조합의 변화에 대해 인도될 수 있다.
- [0052] 이와 유사하게, 동작이 특정 순서로 도면들 또는 도들에 도시되었지만, 이는 상기와 같은 동작들이 보여준 특정 순서 또는 순차적 순서로 실행될 수 있거나, 또는 도시된 동작들 모두가 원하는 결과들을 달성하기 위해 실행될 수 있음을 필요로 하는 것으로 해석되지 않아야 한다. 소정의 상황들에서, 다중작업 및 병행 처리가 이점을 가질 수 있다.
- [0053] 도 1-30에 예시된 다양한 구성들 및 실시예들에 의해 도시된 바와 같이, 침지형 연소 용융장치들 및 버너들에 대한 다양한 실시예들이 기술된다.
- [0054] 본원의 바람직한 실시예들이 기술되었지만, 이해할 수 있는 바와 같이, 기술된 실시예들은 단지 예시적일 뿐, 본 발명의 권리 범위는 완전한 범위의 균등물, 기술 분야의 통상의 기술자에게 자연스럽게 일어나는 다수의 변화들 및 변형들에 따를 시에 첨부된 청구항들에 의해 단지 정의되어야 한다.



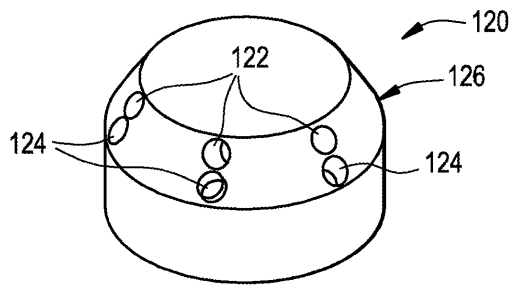
도면2



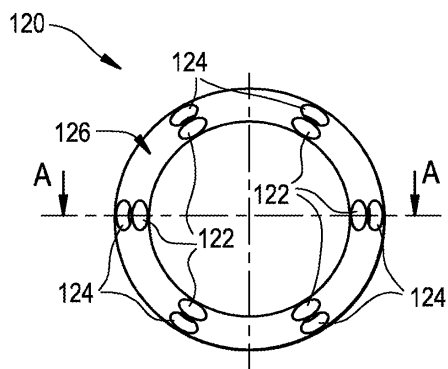
도면3



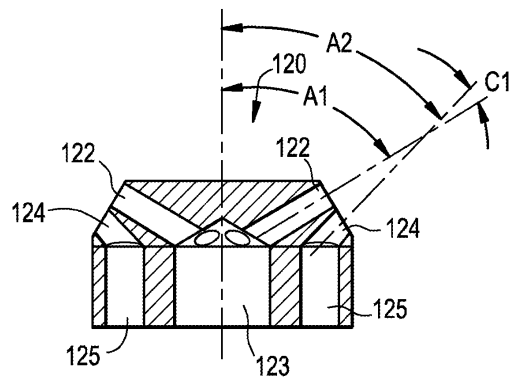
도면4



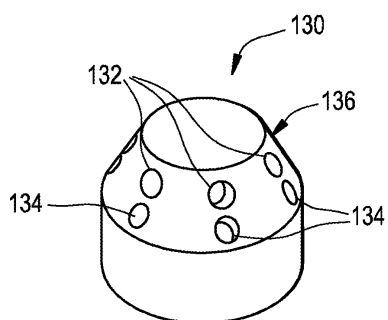
도면5



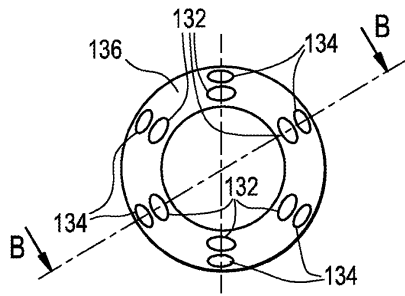
도면6



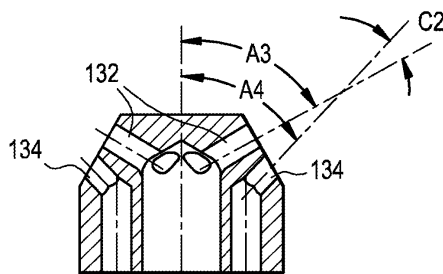
도면7



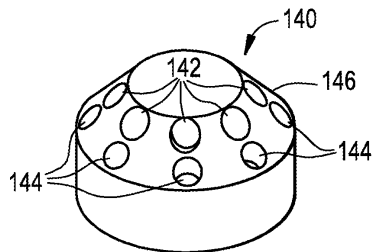
도면8



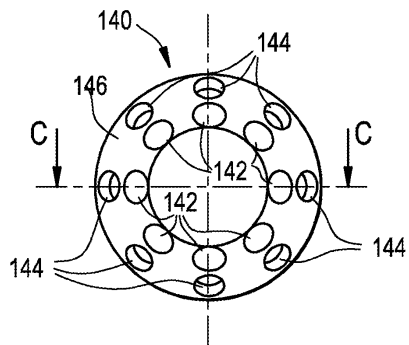
도면9



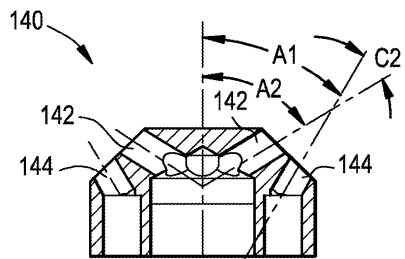
도면10



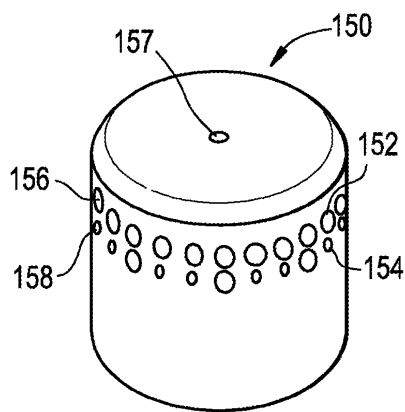
도면11



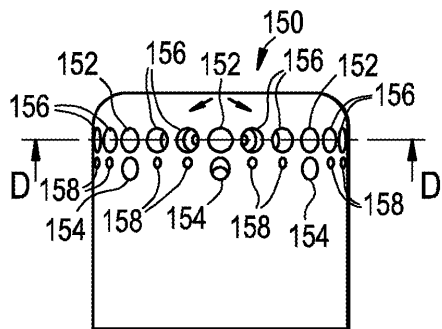
도면12



도면13

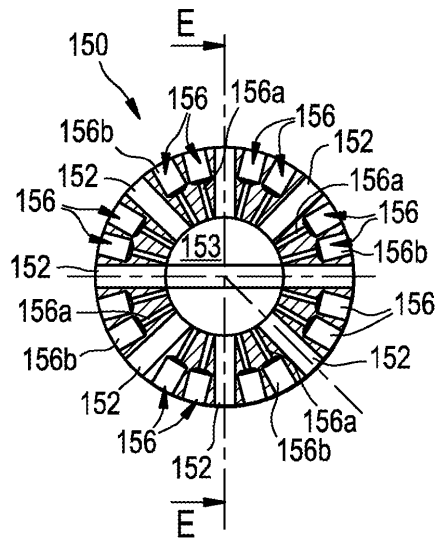


도면14

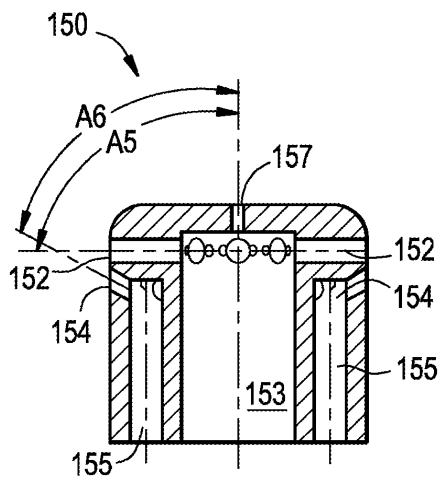




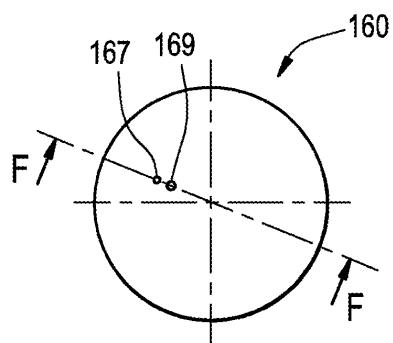
도면15



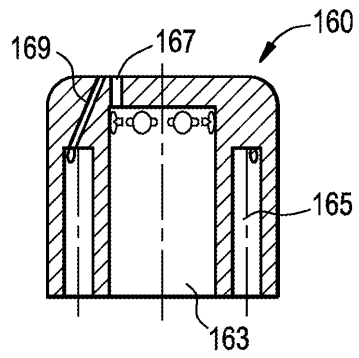
도면16



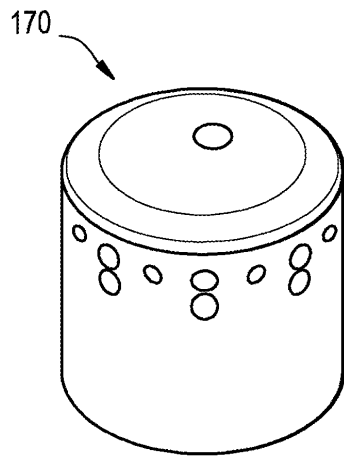
도면17



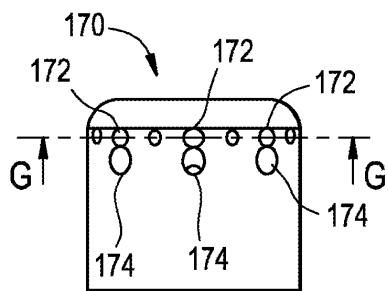
도면18



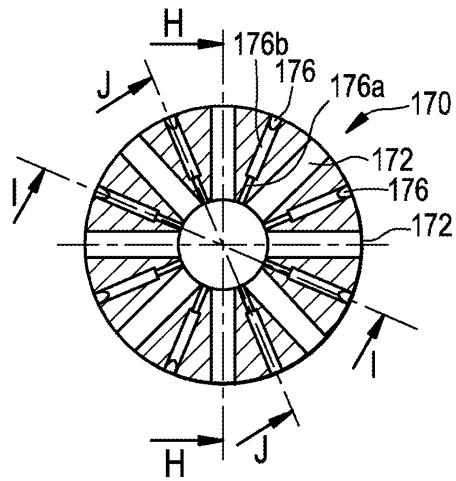
도면19



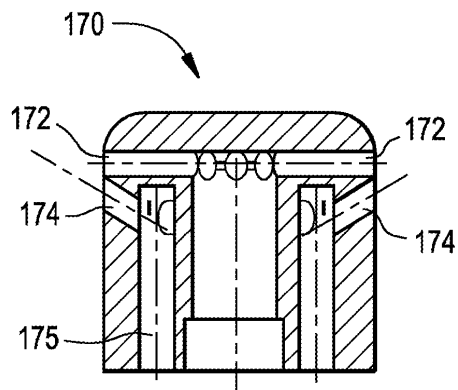
도면20



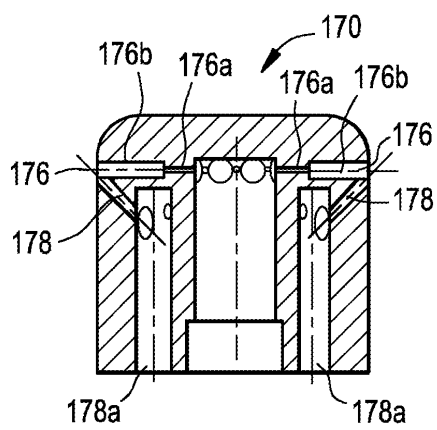
도면21



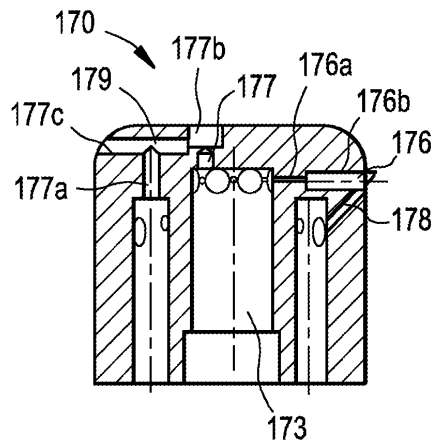
도면22



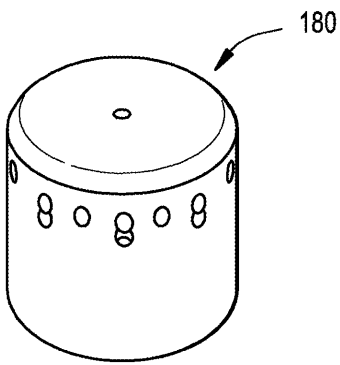
도면23



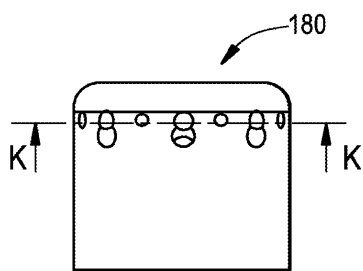
도면24



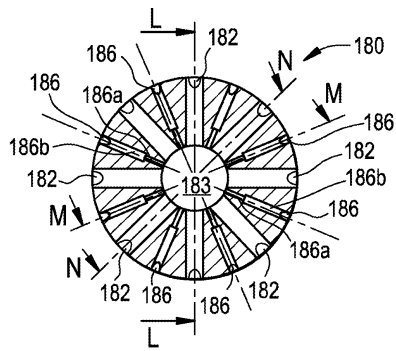
도면25



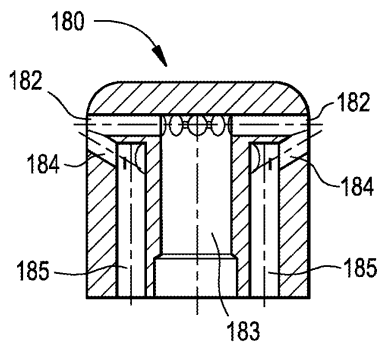
도면26



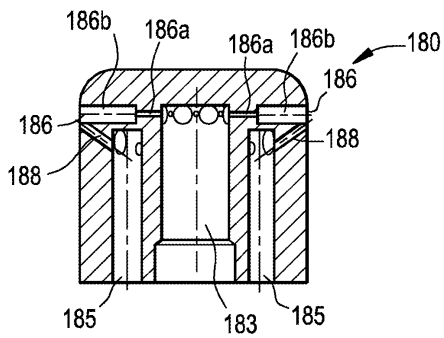
도면27



도면28



도면29



도면30

